

85.
SZÁM

SZENT ISTVÁN KÖNYVEK

85.
SZÁM

HITTUDOMÁNY
LELKÉLET

NEVELÉS
IRODALOM

BÖLCSELET
JOG

FÖLDRAJZ
TERMÉSZET
TUDOMÁNY

TÖRTÉNELEM
SOCIOLÓGIA

ÉLETRAJZ
UTIRAJZ

DR. SIGMOND ELEK A MEZŐGAZDASÁGI NÖVÉNYEK TERMELÉSI TÉNYEZŐI



BUDAPEST
SZENT ISTVÁN
TÁRSULAT
KIADÁSA



A
MEZŐGAZDASÁGI NÖVÉNYEK
TERMELÉSI TÉNYEZŐI

Dr. 'SIGMOND ELEK

A SZFNT ISTVÁN AKADÉMIA RENDES TAGJA,
MŰEGYETEMI NYILV. RENDES TANÁR ÉS AZ ORSZ. CHEMIAI INTÉZET
VEZETŐJE



SZENT ISTVÁN-TÁRSULAT
AZ APOSTOLI SZENTSZÉK KÖNYVKIADÓJA
BUDAPEST, 1930.

Kiadja a Szent István-Társulat.
Stephaneum nyomda és könyvkiadó r. t. Budapest.
Nyomdaigazgató : Kohl Ferenc.

ELŐSZÓ.



KIS KÖNYVBEN röviden összefoglaltam azokat a mezőgazdasági-chemiai és talajtani ismereteket, melyek gazdáinkat és általában a magyarművelt olvasó közönséget érdekelhetik. Igyekeztem az aktuális kérdésekre, még ha azok vitathatók is, legjobb tudásom és meggyőződéseim szerint megfelelni. Mégis előfordultak olyan kérdések is, melyekre a választ nyitva kellett hagynom, mert még végleges megoldás vagy döntés nincs. Azzal is számolnom kellett, hogy e kis könyv keretében nem lehetett minden apró részletre kiterjeszkednem s így akadnak majd olyanok e könyv olvasói között, akik hiányosnak találják munkámat. Szolgáljon mentségemül, hogy e mű nem is célozta azt, hogy minden részletkérdést megtárgyaljon, hanem csak azt, hogy általános tájékoztatást, irányt és ismertetést nyújtson a művelt olvasó közönségnek.

Midőn ezekkel olvasóim elnéző jóindulatába ajánlom szerény munkámat, nem mulaszthatom el, hogy köszönetet ki ne fejezzem *dr. Józsa István* műegyetemi tanársegédemnek és *dr. di Gleria János* kisegítő tanársegédemnek, akik a munka táblázatainak és ábráinak megszerkesztésében segítségemre voltak.

Budapest, 1928 szeptember hó 28.

Dr. 'Sigmond Elek
műegyetemi ny. r. tanár
és az Orsz. Chemiai Intézet
vezetője.

Mit termelnek gazdasági növényeink?



FERRE A KÉRDÉSRE a laikus azt felelné: búzát, rozsot, árpát, zabot, kukoricát, burgonyát, répát, repcét, takarmányt, stb. Igaz; de ha kutatjuk, hogy a felsorolt terményekben mi az, ami értékes, akkor elsősorban azt kell vizsgálnunk, hogy miféle anyagokból áll a termés. Más szóval lássuk azt, hogy a fent felsorolt gazdasági terményeket minő anyagok alkotják.

Minden mezőgazdasági termény több-kevesebb nedvességet, tehát vizet tartalmaz. A víztartalom a termények neme, állapota és kezelése szerint változik, mégis a rendes átlagos víztartalom alapján azt mondhatjuk, hogy például a gabonamagvak, vagy általában a magvak sokkal kevesebb vizet tartalmaznak, mint a burgonya, répa vagy frissen vágott zöldtakarmány. A széna is abban különbözik a friss zöldtakarmánytól, hogy bizonyos mértékig megszáradt, vagyis nedvességtartalma megapadt. A víztartalommal fordítva arányos a termények száraz anyagtartalma. Az 1. sz. táblázatba összefoglaltam néhány ismertebb és fontosabb mezőgazdasági terményünk víz- és szárazanyagtartalmát.

A termések belső értékét a víztartalom csökkenti, a szárazanyagtartalom növeli. Mert a szárazanyag az, amit a növény tulajdonképpen termelt. Ha tehát 1 kat. holdon 12 q (= métermázsa) búzamag és 20 q szalma terem, a mag 13%, a még friss szalma pedig 16% vizet tartalmaz: akkor az 1200 kg magban 156 kg víz és 1044 kg szárazanyag, a 2000 kg szalmában 320 kg víz és 1680 kg szárazanyag van, vagyis a kat. holdankénti szárazanyag-

I. TÁBLÁZAT.

A gazdasági termények víz- és szárazanyag tartalma
100 kg-ban.

A termény neve	Víz-tartalom kg.	Szárazanyag- tartalom kg.
Búza mag	14.4	85.6
Búza szalma	14.3	85.7
Rozs mag	14.3	85.7
Rozs szalma	14.3	85.7
Árpa mag	14.5	85.5
Árpas zalma	14.3	85.7
Zab mag	14.3	85.7
Zab szalma	14.3	85.7
Tengeri mag	14.4	85.6
Tengeri szár	15.0	85.0
Burgonya	75.0	25.0
Burgonyakóro	77.0	23.0
Cukorrépa	84.0	16.0
Cukorrépalevélzet	89.7	10.3
Takarmányrépa	88.0	12.0
Takarmányrépalevélzet...	90.5	9.5
Rétiszéna	14.3	85.7
Repce mag	11.8	88.2
Repce szalma	16.0	84.0
Len mag	11.8	88.2
Lenkóro	10.0	90.0
Kender mag	12.2	87.8
Kenderkóro	10.8	89.2
Here	16.7	83.3
Lucerna	16.7	83.3
Bab	14.5	85.5
Borsó	14.3	85.7

termés összesen 2724 kg. Ha pedig 1 q vetőmagot alkalmaztunk és ebben 12% víz volt, tehát 88 kg szárazanyag,

és ezt levonjuk a termés összes szárazanyagából, marad 2636 kg olyan szárazanyag, mely mint termésszaporulat a búza növény hasznos munkájának eredménye.

Ha ugyanott pl. egy kat. holdon 100 q burgonya és 10 q burgonyalevél és kóró terem, akkor a szárazanyag-szaporulat következőkép alakul : 10.000 kg burgonyában 75% víz, illetve 25% szárazanyag = 2500 kg szárazanyag van ; az 1000 kg burgonyalevél és kóróban van 77% víz, ill. 23% szárazanyag = 230 kg szárazanyag ; ez összesen 2730 kg szárazanyag. Felhasználtak 10 q vetőgumót, ismét 75% víztartalom-, ill. 25% szárazanyag-tartalommal, ez = 250 kg szárazanyag a vetőgumóban. Ezt levonva az összes szárazanyag termésből, marad mint termésszaporulat 2480 kg szárazanyag.

Ha ezt az eredményt a búza termésével összehasonlítjuk, arra a meglepő eredményre jutunk, hogy az adott példában a burgonyatermés, noha kereken 8-szor akkora volt, mint a búzatermés, a növény által termelt szárazanyagszaporulat mégis a búza esetében 156 kg-mal több volt, mint a burgonya esetében. Ez természetesen nem jelenti még azt, hogy ez mindenütt és mindenkor így van. Így pl. Németországban megállapították, hogy az ottani talaj- és éghajlati viszonyok között a hektáronkénti átlag szárazanyagtermés a burgonya esetében a legnagyobb és hogy a burgonyanövény gumótermése egyenlő nagyságú területen $2\frac{1}{2}$ —3-szor annyi táplálóanyagot szolgáltat, mint a gabonamag. Ámde a növény terméséhez nemcsak a mag vagy gumó, hanem a szalma vagy kóró is hozzászámít, és ha a fenti példánkban csak a magtermést és a gumótermést számítanók, akkor a mi esetünkben is a burgonya körülbelül $2\frac{1}{2}$ annyi szárazanyagot hozott, mint a búzatermés. Mi egyelőre csak azt akarjuk látni, hogy a különböző gazdasági növények a gyökérzetüket nem számítva, mennyi szárazanyagtermést eredményezhetnek. Ennek kiszámításához *Cserháti Sándor* növény-

II. TÁBLÁZAT.
A gazdasági termények szárazanyagtermése.
(Kat. holdankint.)

A termény neme	Hány kg szárazanyag- tartalom van a vető- magszükségletben			Hány kg. szárazanyagtartalom van a termésben			Hány kg új száraz- anyag jött létre a termeléssel		
	min.	max.	átlag	mag v. gumó	szalma v. széna anyagban	mag + szalma	min.	max.	átlag
	vetőmagszükséglet esetén								
Őszi búza ...	60	83	72	685—1284	1284—2568	1969—3852	1909	3769	2839
Őszi rozs ...	49	77	63	514—1028	1284—2568	1798—3596	1749	3519	2634
Őszi árpa ...	37	64	51	769—1538	1028—1714	1797—3252	1760	3188	2474
Őszi zab ...	49	60	55	514—1024	1028—2114	1542—3166	1493	3106	2299
Tengeri... ..	17	34	26	856—1712	1275—2125	2131—3837	2114	3803	2958
Burgonya ...	300	400	350	1250—2500	138— 345	1388—2845	1088	2445	1766
Cukorrépa ...	2	2.6	2.3	2000—2800	257— 361	2257—3161	2255	3158	2706
Takarmány- répa	1.3	1.7	1.5	1800—3600	38— 114	1838—3714	1837	3712	2775
Repce	3.5	5.3	4.4	35— 105	1680—2520	1715—2675	1711	2619	2165
Len	10	14	12	176— 441	1260—1440	1436—1881	1426	1867	1646
Kender	18	36	27	219— 351	2676—4460	2895—4811	2877	4775	3826
Here	10	14	12	416— 500	1250—2083	1666—2583	1656	2569	2112
Lucerna ...	8	12	10	166—416	2083—3748	2249—4164	2241	4252	3191
Bab... ..	56	88	72	427— 854	513— 855	940—1709	884	1621	1252
Borsó	61	103	82	600—1285	857—1285	1457—2570	1396	2467	1931

termelési munkájának táblázatokba foglalt adatait használtam fel és a 2. sz. táblázatba foglaltam.

Ebből a táblázatból azt tanuljuk, hogy a haszontermés szárazanyagban a különféle gazdasági növények esetében nagyon különböző és egyazon növény esetében is tág határok közt változik, úgyhogy erre általános szabályt fel nem állíthatunk. Az eredmény épen a termelési tényezők összességének függvénye.

A termelési tényezőket következő csoportokba oszt-hatjuk: 1. növény, 2. talaj, 3. trágya, 4. levegő. Ezek mindenike több termelési tényezőt ölel fel, ezért ezeket külön és közelebbről kell megismernünk, hogy igazi szerepüket megérthessük.

Amde azzal sem érhetjük be, hogy csak azt tudjuk, hogy a gazdasági növények több-kevesebb új szárazanyagot termelnek, de ha ennek belértékét is tudni akarjuk, azt is kutatnunk kell: miből áll a szárazanyag?

Ha mi 100 kg búzamatot óvatosan elégetünk, akkor körülbelül átlagosan 183 kg hamu marad vissza. Ha most ezt a 88 kg szárazanyagból levonjuk, marad 86·17 kg eléghető rész, vagyis szerves anyag. A fontosabb gazdasági növények hamu és szervesanyag tartalmát a 3. táblázatba állítottam össze. Látnivaló tehát, hogy a gazdasági növények főképen szerves anyagot termelnek. Minthogy pedig a szerves anyag midőn elég, belőle hő — tehát energia — szabadul fel, azt mondhatjuk, hogy a gazdasági növények tekintélyes mennyiségű energiát halmoznak fel.

Azt, hogy ez mennyi, csak akkor ítéltethetjük meg, ha az eléghető rész, vagyis a szerves anyag közelebbi összetételét is megismerjük. Ez a következő anyagcsoportokra osztható: fehérje, zsír, nitrogénmentes extrakt (vagyis keményítő és cukor) és rostanyagok. Ezeknek mennyiségéről a termények kémiai elemzése ad felvilágosítást. A fontosabb gazdasági növények idevonatkozó összetételét a 4. táblázat foglalja össze.

III. TÁBLÁZAT.

A gazdasági termények hamu- és szervesanyagtartalma.

100 kg-ban:

A termény neve	Hamutartalom kg	Szervesanyag- tartalom kg
Búzamag	1·7	83·9
Búzaszalma	4·6	81·1
Rozsmag	1·8	83·9
Rozsszalma	3·8	81·9
Árpamag	1·9	83·6
Árpszalma	4·6	81·1
Zabmag	2·7	83·0
Zabszalma	6·2	79·5
Tengerimag	1·2	84·4
Tengeriszár	4·5	80·5
Burgonya	1·0	24·0
Burgonyakóró	2·0	21·0
Cukorrépa	1·0	15·0
Cukorrépaevélzet	1·5	8·8
Takarmányrépa	0·9	11·1
Takarmányrépaevélzet	1·5	8·0
Réti széna... ..	6·0	79·7
Repcemag	3·9	84·3
Repceszalma	4·1	79·9
Lenmag	3·3	84·9
Lenkóró	0·7	89·3
Kendermag	4·6	83·2
Kenderkóró	3·2	86·0
Here	5·1	78·2
Lucerna	5·4	77·9
Bab	3·1	82·4
Borsó	2·3	83·4

Azt is mondhatjuk tehát, hogy a gazdasági növények új fehérjét, zsírokat vagy olajokat, növényi rostanyagot és különféle szénhidrátokat (keményítő és cukor) ter-

IV. TÁBLÁZAT.

A gazdasági termények fehérje-, zsír-, N-mentes extrakt- és nyersrosttartalma.

100 kg-ban:

A termény neve	Fehérje- tartalom kg	Zsír- tartalom kg	N-men- tes extrakt- tart. kg	Nyers- rost- tartalom kg
Búzamag	10·8	1·7	70·9	1·6
Búzaszalma	3·0	1·2	35·9	40·8
Rozsmag	9·2	1·5	72·6	1·6
Rozsszalma	3·1	1·3	33·2	44·0
Árpamag	8·7	1·8	70·2	2·7
Árpszalma	3·2	1·4	33·5	42·0
Zabmag	8·2	4·2	63·2	8·1
Zabszalma	3·8	1·6	35·9	28·7
Tengerimag	9·9	4·4	69·2	2·2
Tengeriszár	5·0	1·5	34·5	39·2
Burgonya... ..	2·1	0·1	21·0	0·7
Burgonyakóró	2·5	1·0	10·2	6·2
Cukorrépa... ..	1·3	0·1	21·4	1·5
Cukorrépalevélzet ...	2·3	0·4	7·4	1·6
Takarmányrépa	1·2	0·1	8·7	0·9
Takarmányrépalevélzet	2·4	0·4	4·6	1·6
Réti széna	9·7	2·5	41·4	26·3
Repcemag	19·6	45·0	18·0	2·9
Repceszalma	2·5	1·2	38·7	37·8
Lenmag	24·2	36·5	22·9	5·5
Lenkóró	3·5	3·4	35·0	42·0
Kendermag	18·2	32·6	21·1	12·0
Here	13·8	2·6	36·8	26·0
Lucerna	12·9	3·1	33·8	27·7
Bab	25·4	1·5	48·5	7·1
Borsó... ..	22·5	1·6	53·7	5·4

melnek, még pedig a fenti táblázatból közvetlenül kiolvashatjuk, hogy 1 q, vagyis 100 kg terméstöbblét,

MIT TERMELNEK GAZDASÁGI NÖVÉNYEINK 11

V. TÁBLÁZAT.

A gazdasági termények összes és hasznosítható kalória tartalma.
1 kg-ban. :

A termény neve	Összes kalória Kal.	Hasznosítható kalória Kal.
Búzamag	3675	3419
Búzaszalma	3351	1663
Rozsmag	3633	3406
Rozsszalma	3386	1568
Árpamag	3580	3316
Árpaszalma	3333	1593
Zabmag	3711	3230
Zabszalma	2950	1730
Tengerimag	3831	3556
Tengeriszár	3370	1714
Burgonya	997	933
Burgonyakóro	892	597
Cukorrépa	1000	917
Cukorrépa levélzet	529	424
Takarmányrépa	462	405
Takarmányrépa levélzet...	422	316
Réti széna... ..	350	227
Repcemag	6141	5509
Repceszalma	3314	1755
Lenmag	5913	5133
Lenmagkóro	3596	1843
Kendermag	5395	4473
Here	3542	2255
Lucerna	3485	2144
Bab... ..	3814	3090
Borsó	3798	3190

mennyi új fehérje, zsír, rost vagy szénhidráttermelést jelent.

Ezeknek a szerves anyagoknak energiatartalma attól függ, hogy elégetésük alkalmával mennyi hő fejlődik.

A hőmennyiséget kalóriákban szoktuk kifejezni. 1 nagy kaloria gyakorlatilag annyi hőnek felel meg, mely szükséges ahhoz, hogy 1 kg víznek a hőfokát 1 fok Celsiussal emelje. A fenti szerves anyagok kaloriatartalma különböző:

1 kg zsír (v. olaj)		9300 kaloria
1 « fehérje		5711 «
1 « rostanyag (cellulóz)		4000 «
1 « szénhidrát (keményítő)		

Ha tehát ezekkel az értékekkel megszorozzuk a 4. táblázat értékeit, akkor megkapjuk azt a nyers kaloriaértéket, mely ezeknek az anyagoknak tökéletes elégetésekor felszabadul, vagyis azt az energiamennyiséget, melyet az illető növény termésében felhalmozott. Mint-hogy azonban a gazdasági terményeket nem elégetésre, hanem rendszeren emberi, vagy állati táplálkozásra használják fel, ezekben az élő szervezetekben is a fenti szerves anyagok elégnék és az elégés mértékéhez képest ugyanannyi kaloria szabadul fel ugyan, de abból csak bizonyos hányad hasznosítható, a hasznosítható kalóriákat élettani haszonértéknek nevezik és ezért az 5. táblázatba nemcsak a nyers energiatartalmat (összes kalóriák), de a hasznosítható energiatartalmat (hasznosítható kalóriák) is összefoglaltam. A hasznosítható energiát úgy számítottuk ki, hogy a termésben talált fehérjét és szénhidrátot 4000, a zsírt 8900-zal szoroztuk.

Az elmondottakból kitűnik tehát, hogy a gazdasági növények termelésével tulajdonképpen értékes új szerves anyagokat hozunk létre és energiát halmozunk fel. Ezekből azt is kiszámíthatjuk, hogy a magyarországi viszonyok közt elért átlagtermésekben a fent ismertetett szerves anyagokból mennyi termelődik és mennyi az átlagos termések összes energiatartalma és hasznosítható kaloriamennyisége. Ezeket az adatokat a 6. táblázatban foglaltam össze.

MIT TERMELNEK GAZDASÁGI NÖVÉNYEINK 13

VI. TÁBLÁZAT.

A magyarországi átlagtermések belső értéke kat. holdanként.

A termény neme	Fehérje tart. kg	Zsír tart. kg	N ment. extr. tart. kg	Nyersrost. tart. kg.	Összes	Haszno- sítható
					kalória	
Búzamag... ..	124	20	815	18	4226250	3931850
Búzaszalma... ..	67	27	808	918	7539750	3741750
Rozsmag... ..	83	13	653	14	3269700	3065400
Rozsszalma... ..	69	29	747	990	7618500	3528000
Árpamag... ..	115	24	948	37	4833000	4476600
Árpaszalma... ..	51	22	536	672	5332800	2548800
Zabmag	74	38	569	73	3339900	2907000
Zabszalma	70	30	664	531	5457500	3200500
Tengerimag	149	66	1039	33	5746500	5334000
Tengeriszár... ..	100	30	690	784	6740000	3428000
Burgonya... ..	158	8	1575	53	7477500	6997500
Burgonyakóro	26	11	126	65	936600	626850
Cukorrépa	195	15	3210	225	15000000	13755000
Cukorrépalevélzet	69	12	222	48	1587000	1272000
Takarmányrépa...	270	23	1957	203	10395000	9112500
Takarmányrépa- levélzet... ..	72	12	138	480	1266000	948000
Repcemag	157	360	144	23	4912800	4407200
Repceszalma	63	30	968	945	8285000	4387500
Lenmag	91	137	88	21	2217375	1924875
Lenkóro... ..	53	51	530	630	5394000	2764050
Kendermag	59	106	69	39	1753375	1453725
Here... ..	276	52	736	520	7084000	4510000
Lucerna	452	109	1183	970	12197500	7504000
Bab	191	11	364	53	2860500	2317500
Borsó... ..	248	18	591	55	4177800	3509000

Azt a kérdést, hogy miből és hogyan történik ez az új szervesanyag-termelés a növények által, azt hivatott e kis könyv megvilágítani. Ehhez pedig szükséges az egyes termelési tényezők közelebbi ismertetése.

I. RÉSZ.

A gazdasági növények mint a termelés tényezői.



MAGA az a körülmény, hogy a különféle gazdasági növények, ugyanazon termelési viszonyok között, a termelt növény neme szerint, különböző termésmennyiséget és a termés összetételéhez képest, különböző mennyiségű új anyagot termelnek : indokolja, hogy a gazdasági növényeket magukat a termelés tényezőinek minősíthetjük. A gazdasági növényeknek az a tehetsége, hogy a magból, vagy vetőgumóból kiindulva életműködésük következtében, a maguk sajátos természetének megfelelőleg a többi termelési tényezőt különböző mértékben képesek kihasználni : az egyes gazdasági növények nemének, fajtájának és féleségének sajátos tehetsége. Ezért igen fontos a termés eredményére az is, hogy milyen növényeket, milyen sorrendben (vetés forgóban) termelünk. Minél jobban megfelelnek az adott termelési tényezők a termelendő növény sajátos tulajdonságainak annál tökéletesebben fejlődik ki a növény és annál nagyobb lesz a termés.

A növénynemesítésnek is egyik főcélja, hogy ugyanazon növényfajnak olyan fajtáit állítsuk elő, melyek az illető termelési viszonyoknak legjobban megfelelnek. Ez is azt bizonyítja, hogy a növényt a termelés egyik alaptényezőjének minősíthetjük. Sokszor a nagyobb termés egyenesen a céltudatosan megválasztott vetőmagnak tudható be. Bármennyire fontos is gyakorlati szempontból a jó vetőmag és a vetőmagnemesítés, ezek-

kel e munka keretében közelebből nem foglalkozhatom. Itt csak a gazdasági növények sajátos táplálkozási törvényeit fogom főbb vonásokban és különösen gyakorlati szempontból ismertetni.

1. A gazdasági növények általános táplálkozási törvényei.

A mag tulajdonképpen élő szervezet, melyben az élet mintegy alszik. Ennek közelebbi szerkezetével és csírázásával már *dr. Szabó Zoltán* tanár úr: A növények életmódja című könyvében foglalkozott. Ezért ezt ismerteknek tételezem fel. Itt csak azt kívánom megjegyezni, hogy a magban elrejtett csira kellő nedvességet felvéve, alkalmas hőmérsékleti viszonyok között csírázásnak indul és egyrészt áttöri a talajt és levelet hajt, másrészt gyökereket ereszt a talajba. Ettől a pillanattól kezdődik a növény táplálkozása a levegőből és a talajból. Addig, amíg a növénykének nincs zöld levele és kellőleg kifejlődött szívó gyökérzete, a csiranövény a magban raktározott tápanyagokból növekszik és hozza létre a továbbfejlődéshez szükséges táplálkozási szerveket. A Gondviselés oly gazdagon látta el a magban rejlő csirát tartalék-tápanyagokkal, hogy vannak esetek, midőn a magban raktározott tápanyagnak csak 30%-át használja fel a fiatal növényke addig, míg a levelekkel és gyökérzetével már kívülről tud táplálkozni.

A mag zavartalan csírázásához azonban bizonyos nedvességre, melegre és a levegő oxigénjére van szükség. Ahol ezek a feltételek hiányosak, ott a csírázás is hiányos lesz, esetleg a mag tönkre is mehet. Erről még a talajjal kapcsolatban bővebben megemlékezünk. Most lássuk, hogy a gyökérzettel és levelekkel bíró fiatal növényke miből és hogyan táplálkozik.

Röviden azt mondhatnók, hogy a levélzettel a levegő-

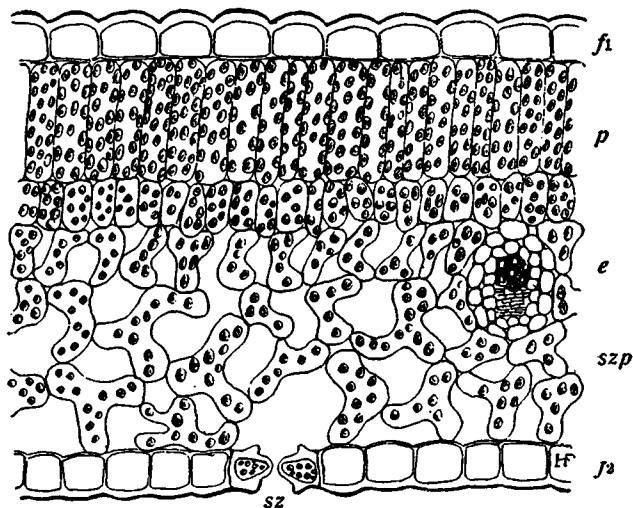
ből, a gyökérzettel a talajból veszi fel a tápanyagokat. Mit vesz fel közvetetlenül a levegőből és mit a talajból?

A levegőből a levelekkel csak a széndioxidot (közönségesen szólva: szénsavat) veszi, a gyökerek útján a talajból a vizet és a benne oldott növényi tápanyagokat, nevezetesen: a nitrogént, foszfort, kén, klórt, kalciumot, magnéziumot, káliumot és vasat. Ez a nyolc elemi alkotórész és a víz és széndioxidban szereplő hidrogén, oxigén és szén, összesen tehát 11 elemi alkotórész minden gazdasági növénynek nélkülözhetetlenül szükséges. Ez azt jelenti, hogy ha ezek közül bármelyik hiányzik, vagy nem áll elegendő mértékben a növény rendelkezésére, akkor nem tud normálisan kifejlődni. *Liebig* már a múlt század közepén megállapította azt, hogy a gazdasági növények nem egyes tápanyagokból, hanem a nélkülözhetetlen tápanyagok összességéből élnek és hogy az a tápanyag szabja meg a termés nagyságát, amely a termelt növény igényeihez képest viszonylagosan a legkevesebb. Ezt a törvényszerűséget a *relatív minimum* törvényének nevezzük. Ennek a törvénynek az a nagy gyakorlati jelentősége, hogy *ha a relatív minimumban lévő tápanyagot mesterségesen növeljük, akkor ennek a tápanyagpótlásnak megfelelően növekszik a termés is*. Erre majd még a trágyázás tárgyalásakor visszatérünk.

Miután most már megismertük általánosságban, hogy honnan merítik a gazdasági növények a szükséges táplálóanyagokat, lássuk közelebbről, hogy miként játszódik le ez a táplálkozási folyamat?

A növényeken szabadszemmel nem látunk ugyan az ember vagy az állat szájához hasonló szervet, de ha a zöld leveleket mikroszkopikus nagyítással vizsgáljuk, bizony azoknak alsó felületén apró szájacskákat — nyílásokat — látunk, melyek azután a levél alapszövetébe vezetnek, mint ezt az 1. sz. ábra keresztmetszetben, a 2. sz. ábra felülnézetben vázlatosan mutatja.

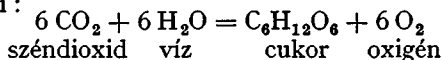
A levél alapszövetének megnyúlt sejtjeiben találjuk a zöld *chlorofill-szemecskéket*. Ezek azok a gyártelepek, amelyekben az első szerves anyag képződik a levegő széndioxidjából (CO_2) és a víz (H_2O) elemi alkotórészeiből



1. ábra.

Levéskeresztmetszet vázlatos képe: f_1 a levél és f_2 a levél fonákának epidermisze: sz levegőnyílás, p paliszádsejtek, szp szivacsos parenchima, e edényláb. Klein Gyula után «Az élők világa» című munkából.

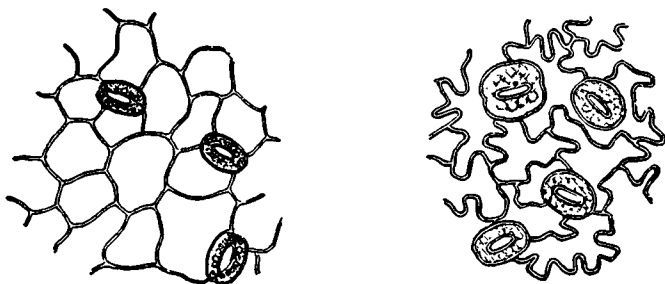
oxigén felszabadítása kíséretében. Az itt lejátszódó kémiai átalakulást a következő kémiai egyenlettel fejezhetjük ki:



Az így képződött cukor, illetve az ebből további átalakulás folytán létrejött keményítő a széndioxid átszajátításának (asszimiláció) első fogható terméke. A közben

végbemenő átmeneti képződményeket ma még közelebből és biztosan nem ismerjük.

Ez a folyamat kémiai nyelven szólva egy redukciós vagy desoxidációs folyamat, mert a széndioxidot desoxidálja és oxigént szabadít fel. Az ilyen redukciós folyamatok külső energiára szorulnak. Ezt jelen esetben a nap sugárzó energiája szolgáltatja. Ennek az a nagy jelentősége, hogy a levelek ezen munkája folytán a képződött



2. ábra.

A burgonyalevél: A színének és B fonákának epidermisze a levegőnyílásokkal. Johnson művéből.

cukorban, ill. keményítőben a növény a nap sugárzó energiáját halmozza fel. Ez tehát egy ingyen energiaforrás, melyből csak a zöldnövények (és néhány baktérium) útján meríthetünk. Igen érdekes, hogy a nap sugárzó energiáját a zöldnövények csak igen kis mértékben használják ki. Az eddigi vizsgálatok értelmében az összes ráeső sugárzó energiának 1%-on alul eső mennyiségét. Mégis az így évente megkötött energia mennyisége óriási.

Dr. Mágocsy-Dietz Sándor: «A növények táplálkozása» című könyvében kiszámította, hogy a régi Magyarország területén 1906-ban termelt mezőgazdasági növények ilyen módon 145 millió métermázsa szénét kötötték meg a le-

vegőből, amihez 530 millió métermázsa széndioxidra volt szükség. (304. lap.)

Igen érdekes, hogy ugyancsak *Mágo*csy számítása értelmében a régi Magyarország kereken 9 millió hektárnyi erdősége évente 300 millió métermázsa szénhalmozott fel, amihez kerek összegben 1000 millió métermázsa széndioxid szükséges. Méltán kérdezhetjük tehát, hogy hogyan lehetséges az, mikor a levegőnek átlagos széndioxid-tartalma csak 0.03%, ami azt jelenti, hogy 10.000 liter levegőben csak 3 liter széndioxid szokott lenni.

Ámde a levegő a széndioxidnak kimeríthetetlen forrása. A földet körülvevő levegőréteg összes széndioxid-tartalmát 3000 billió kg-ra becsülik, ami kereken 800 billió kg szénnek felel meg. Az állandó levegőáramlás és a földön végbemenő emberi és állati lélekzés a sok égési termék és korhadás és rothadás folytán képződött sok széndioxid egyre pótolja a zöldnövények útján elhasznált széndioxidot. Az a körülmény egymaga, hogy a helyi ingadozásokat nem tekintve, a tapasztalat szerint a levegő átlagos széndioxid-tartalma nem igen változik, azt bizonyítja, hogy a széndioxid-pótlás az elhasznált mennyiséget kiegyenlíti. Bámulatos ez az önszabályozó kiegyenlítő hatás, amelynek kényszerítő hatását sehol sem érezzük, mégis érvényesül!

Ez a kiegyenlítő hatás azonban az ember és állat élete érdekében is szükséges. Mert hiszen midőn a levegőt belélekeljük, annak oxigénjét szervezetünk felhasználja és helyette széndioxidot lehell ki. A zöld növényeknek tehát az is a rendeltetése a természet háztartásában, hogy a levegőből elhasznált oxigént a zöld levelek fent ismertetett oxigént felszabadító munkája következtében pótolják.

Most még az van hátra, hogy megismerjük: mi lesz a levelekben képződött elsődleges keményítőből, ill. cukorból? Általánosan azt mondhatjuk, hogy ebből épül fel a növény egész szerves anyaga, ú. m. a fehérjékből álló

élő protoplazma, minden élősejtnak elengedhetetlen főalkotórésze ; ebből képződik a celluloz és a nyers rost alkotásában szereplő rokon anyagok, melyek a növényi sejtek burkolatát alkotják ; ebből képződnek a különböző mértékben található növényi zsiradékok és viasz-képződmények, a magvakban és egyéb növényi szervekben felhalmozott keményítő, nádcukor vagy egyéb cukorfélék, a növényi kocsonyás anyagok és a növényi savak, ú. m. az almasav, citromsav, sóska-sav, borkó-sav stb. Egyszóval a növény száraz anyagának eléghető ú. n. szerves része mind a levelekben a széndioxidból képződött elsődleges keményítőtől, ill. cukortól jön létre. A bevezető részben láttuk, hogy a gazdasági növények alkotásában a szerves anyagra jut az orosz-lán-rész. (L. a 3. táblázatot az 9. lapon.) Ez mind a levelek chlorofilltartalmu sejtjeiben készül, ezek az élő sejtek azok a gyárhelyiségek, kis műhelytermek, ahol az egész ember- és állatvilág részére, tisztán szerves anyagokból (széndioxid és vízből), a nap sugárzó energiájának felhasználásával a szükséges szerves anyag képződik. Képződik pedig olyan nagy feleslegben, hogy az emberiség nagyarányú szaporodásának és azoknak a baljóslatú statisztikai számításoknak ellenére, melyekből már évekkel ezelőtt kiszámították azt, hogy az emberiség ki fog éhezni, ez nem következett be, — legfeljebb egyes szűkebb, izolált területeken és ott is nem a természet erőinek kiapadása, hanem az emberek élhetetlensége vagy gonoszsága volt az ok. Már évek óta jósoltgatták, hogy a csilei salétrommezők rohamosan apadnak és ezzel a világ búza- és egyéb, kenyeret adó termése annyira csökkenni fog, hogy az egyre szaporodó emberiség kiéhezésnek néz elébe. Ámde még mielőtt érezhetővé lett volna a csilei salétrom apadása, a tudós embereknek Istentől eredő találatekonysága és a technikusoknak az olcsó vizierők kihasználását előmozdító bámulatos munkái még a háború előtt megoldották azt a kérdést, hogy

a levegőben bőven (kereken mintegy 78%) előforduló szabad nitrogéngázból akár salétromot, akár ammoniát, vagy a gazdák előtt már ismert mésznitrogén nevű értékes nitrogéntrágyát gyártsanak és így ezeket az előre megjósolt terjeszkedési korlátokat úgyszólván egy kard-csapással ledöntötték. Igaz, hogy az emberek nagy tömege ezeket a technikai és tudományos vívmányokat inkább csak a háborús mentalitás szemüvegén át ismerte meg, mert a háború alatt olyan fontos momentum volt a minden robbantóanyaghoz csaknem nélkülözhetetlen salétrom. Ámde a salétrom a békés polgári életnek nemcsak értékes, de csaknem nélkülözhetetlen erőforrása. Miért? Mert a gazdasági növények a nitrogént a jó szántóföldi talajból legkönnyebben és rendszeren salétromsavvegyületekből veszik fel. Igaz, hogy az ammoniumvegyületek is alkalmasak a gazdasági növények nitrogénszükségletének kielégítésére, sőt a karbamid (a vizelet fő alkotórésze : hügyany) és még néhány egyszerűbb szerves nitrogénvegyület is felvehető, azonban a jól átszellőződött televényes talajban mindezek a nitrogénvegyületek a talajbaktériumok útján elég gyorsan átalakulnak salétromsavvegyületekké s így szántóföldi növényeink gyökérzetébe főként ilyen vegyületek alakjában kerülnek. A gyökerek által felszívott salétromvegyületet nem ritkán még a zöld levelek erezetében is feltaláljuk, míg a növény élő protoplazmája a salétromvegyületet redukálja és a levelekben képződött cukor további redukciójával karöltve felépül a fehérje-molekula.

Hogyan? Közelebbről nem tudjuk, csak feltételezzük, hogy előbb a fehérjék építőkövei, az amidok keletkeznek és ezekből készül el az egész fehérje-molekula. *Dr. Fischer Emil* híres berlini organikus-chemikus és egyetemi tanárnak sikerült megállapítani, hogy a fehérje-molekula több különböző amidovegyületnek egyesüléséből keletkezik, még pedig azokból az amidokból, melyekre alkalmas

vegyi hatásokra szét is bontható. A fehérje bontási termékeit, ú. m. asparagin, glutamin, tysorin, alanin, triptophan, lysin stb. a fehérje-molekula építőköveinek minősíthetjük, mert ezek összerakásából készül el a fehérje-molekulák épülete.

Általános érdekű az újabb kémiai vizsgálatoknak az a megállapítása, hogy a különböző növényi fehérjék bomlási termékei nemcsak mennyiségük, de minőségük szempontjából is egymástól eltérők. Így pl. a zöld növényi részekben található fehérje, mely az élő protoplazmát alkotja, a fehérje-építőkövek összes nemét tartalmazza; vannak azonban növényi fehérjék, különösen a magvakban raktározott fehérjék, melyek összetételéből egyes építőkövek hiányoznak. Utóbbiakat ezért *«nem teljes fehérjék»*-nek nevezzük, az előbbi *«teljes fehérjék»*-kel szembeállítva. A táplálkozás szempontjából tehát fontos tudni azt, hogy pl. a gabonalisztben a fehérjék zöme nem teljes fehérje, míg a zöld növényi részek, tehát a levelek, szárrészek vagy fiatal hajtások teljes fehérjékben bővelkednek.

Miután most már tudjuk, hogy miből képződnek a fehérjék, azt kérdezhetjük, hogy hol van a képződés helye? Itt már nem mondhatjuk azt, mint a levelekben végbemenő cukor képződése esetében, hogy a fehérjeképződés a növény bizonyos szerveihez van kötve. Mert fehérje képződik már a gyökerekben, hasonlóképpen a szár- és levélrészekben, virágokban, gyümölcsökben és magvakban egyaránt. Minden új sejt képződéséhez protoplazma szükséges, ez pedig fehérjéből áll, következésképpen mindenütt ahol sejtszaporodás megy végbe, ott feltétlenül van fehérjeképződés is.

Dr. Kosutány Tamás, nemrégien elhunyt nagynevű mezőgazdasági kémikusunk a szőlő leveleiben tanulmányozta a fehérjeképződést és egyebek közt arra az eredményre jutott, hogy éjjel a fehérjeképződés élénkebb,

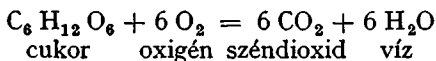
mint nappal. Ez a tapasztalat azért értékes, mert arra mutat, hogy a fehérjeképződéshez nincs szükség a nap sugárzó energiájára. Minthogy *Kosutány* azt is tapasztalta, hogy a szőlőlevelekben nappal képződött keményítő (ez nem egyéb, mint több cukormolekulából felépült összetett cukor) éjjel a levelekből eltűnik, ez is arra enged következtetni, hogy a fehérje a levelekben elsődlegesen képződött cukoranyagokból készül. Minthogy pedig azt láttuk, hogy ez a kémiai folyamat csak további redukációs folyamat eredménye, ehhez tehát energiára van szükség, a nap sugárzó energiája pedig ehhez nemcsak nem kell, de nem is használható, az az elvi kérdés tolul előtérbe, hogy honnan meríti a növény, mint élő szervezet az ehhez szükséges energiát? — A felelet egyszerű: *a saját szerves anyagának lassú elégetése útján.*

A legtöbb ember az égési tünetekben azt látja, hogy az fényjelenségekkel és hőfejlődéssel kapcsolatos folyamat. Az izzó kokszt vakító fénysugarakat lövel ki és meleget áraszt, a szén lángjaiból fény és hő árad ki, mellyel szobáinkat melegítjük vagy gyári kazánjainkat fűtjük; a meggyújtott világítógáz lángjával világítjuk meg az éjjeli sötétséget vagy melegítjük a gáztűzhelyeket és gázkályhákat; a gyertya szelíd fénye teszi barátságossá az egyszerű falusi otthonok szobáit és az áhitattal telt templomok oltárait; a mécslámpa olajának pislogó lángja virraszt a gyermekéjszakák csendes magányában, a katolikus szentélyek örökmécseseiben és a bányalámpák életbiztosító és a föld alatti sötétséget felderítő szerkezetében. Mindezek az égési tünetmények ugyan fény- és hőjelenségekkel járnak, de lényegük egyazon kémiai jelenség, mely a szén és hidrogénnek oxigénnel való egyesüléséből ered. Sem a szén, sem a hidrogén oxigén nélkül nem fog égési jelenséget előidézni, mert ez szükséges az elégetéshez. A fény- és hőképződés nem kritériuma az égési jelenségeknek. Mert pl. az izzó villamoslámpa is áraszt

fényt, sőt melegít is, mégis ennek a fénysugárnak vagy melegfejlődésnek közvetlen forrása az elektromos energia és nem az égési tűnemény ; az elektromos gyorsforraló vagy vasaló süt és melegít, de égési tűneménnyel nincs kapcsolatban. Ez esetekben a fény, illetve a hő az elektromos energia átalakulásából származik.

Másfelől azt tapasztaljuk, hogy ha jól táplálkozunk, jobban bírjuk a hideget, mert a szervezetünk belülről pótolja a hideg környezetbe kisugárzó meleget és az egészséges ember hőmérséklete a hideg környezetben sem száll le a normálison alól, pedig állandóan hőt veszít. Ez csak úgy lehetséges, hogy a hőveszteség az élő szervezetben állandóan pótlódik ; míg ha a szervezet meghalt, a test kihűl, mert megszűnt a belső meleget szolgáltató életműködés. Ez a melegtermelés nem jár fénytűneménnyel és hasonló kémiai reakciók eredménye, mint midőn a szén elég széndioxiddá, vagy a hidrogén vízzé. Ezért ezt a kémiai jelenséget belső égési tűneménynek nevezzük.

Ha mi pl. 1 kg tiszta cukrot a levegőben elégetünk, ez láthatólag tökéletesen eltűnik. De ha ezt zárt térben végezzük és a bezárt levegőt kémiaiilag megvizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy a cukorból széndioxid-gáz és cseppfolyósítható víz képződik. Még pedig, ha a cukor tökéletesen elégett, akkor annyi széndioxid és víz képződik, amennyi a cukor-molekulában foglalt szén- és hidrogéntartalomnak megfelel, következő egyenlet értelmében :



Ebben a kémiai egyenletben a cukorképződés megfordítottját látjuk (lásd a 17. lapon). Azt mondhatjuk tehát, hogy a cukor, mely a levelekben a nap sugárzó energiájával képződött, a levegő oxigénjével elégetve ismét ugyanannyi széndioxidot és vizet ad, mint amennyi szükséges volt a képződéséhez. A különbség csak az, hogy amíg a

cukor képződéséhez (cukorszintézis) a levelekben külső energiaforrásra volt szükség, mert a kémiai folyamat energiát fogyaszt, addig a cukor elégeése energiát termel, mely a közönséges égési tűneményekben mint hő és fény jelentkezik, az állati és növényi szervezetekben pedig mint belső hőforrás vagy munkaforrás, általában *belső energiaforrás* szerepel. Ezt a belső energiaforrást használja fel az élő növény mindazoknak a kémiai építőmunkáknak — szintéziseknek — az erőforrásául, melyekhez a nap sugárzó energiáját nem használhatja fel, ú. m. a fehérjemolekulák felépítéséhez, a zsírok és olajok képzéséhez, mondhatni általában minden építőmunkához, kivéve a levelek cukorképző munkáját, az ú. n. *fotoszintézist*. És ebben a zöld növények életműködése megegyezik az állat és ember életműködésével. A különbség csak az, hogy utóbbiak egyáltalán csak erre a belső energiaforrásra vannak utalva és azért életműködésük állandóan csak apasztja a szerves anyagot, míg a zöld növények a fotoszintézis útján sokkal több új szerves anyagot építenek fel, mint amennyit belső munkájuk céljaira a lassú égés útján megtartanak és elhasználnak.

Itt van tehát a szöges ellentét a növény- és állatvilág és ember között. Utóbbiak csak pusztítják a szervesanyagot, a növényvilág pedig az új szerves anyagot tömegesen gyártja, mintegy összekapcsolva az élettelen szervesvilágot az élő szerves világgal.

Itt merül fel az a nagy kérdés, hogy a gazdasági növények hogyan viselkednek a levegő szabad nitrogénjével szemben. Teljesen értéktelen-e a levegőnek kb. 78 térf. %-nitrogénje? Erre nézve megállapítható, hogy gazdasági növényeink a levegő szabad nitrogénjét közvetlenül nem vehetik fel, de a pillangós virágúak (pl. herefélék és hüvelyesek) bizonyos baktériumokkal (*Bacterium radicicola*) együttélve (szimbiózis), megszerezhetik ezekkel a levegő nitrogénjét. A többi gazdasági növények erre

nem alkalmasak, miért is előbbieket *nitrogénygyűjtő*, utóbbiakat *nitrogénfogyasztó* növényeknek is nevezzük.

A levegő nitrogénjét azonban a talajban előforduló Azoto-baktériumok — nitrogénygyűjtő baktériumok — is megköthetik, amely kötött nitrogén azután a talajban átalakul és a növényzet számára hasznossá válik. Az ilyen módon megkötött levegőnitrogént minden gazdasági növény értékesítheti, míg a *Bacterium radiculicola* (gyökérbaktérium) által symbiozisban megkötött nitrogént csak a pillangós virágúak családjába tartozó növények értékesíthetik azon egyszerű okból, mivel csak ezek alkalmasak arra, hogy a gyökereikben a *Bacterium radiculicola* meghonosodjék. Úgy látszik, mintha ezeknek gyökérzetét a baktériumok előbb megtámadnák, a gazdanövény azonban hamar lokalizálja a baktériumokat a gyökereken képződött gümöcskében és ide szállít nekik tápanyagot, viszont a gyökérbaktériumok szállítják a nitrogén-tápanyagot. Újabb tapasztalatból úgy látszik, hogy a különféle pillangósvirágú növényeknek különböző gyökérbaktériumok felelnek meg legjobban. Ezért ma már az is előfordul, hogy amely talajon nem termelték a termelendő növényt, a neki megfelelő gyökérbaktérium-tenyésztéssel a talajt be is oltják, vagy olyan földdel keverik, melyen már ugyanaz a növény jól díszlett s így a talajban van elég a megfelelő baktériumokból. A talajoltásnak ezt a nemét helyesebb a pillangósvirágú növények oltásának nevezni és így az Azoto-baktériumokkal való talajoltástól megkülönböztetni. Nem tévesztendő azonban szem elől az a tapasztalat sem, hogy ha a pillangósvirágúak családjába tartozó növények közeli rokonok, akkor a gyökérbaktériumok könnyen aklimatizálódnak az új növényhez és ilyen esetben nincs is szükség az oltásra. Különben is a baktériumokkal való oltás gyakorlati érvényesülése sok egyéb tényezőtől függ, melyeket a trágák tárgyalásával kapcsolatosan világítunk meg.

A szerves anyag képződéséhez még hidrogén és oxigénre is van szükség. Ezt a gazdasági növények a felvett vízből (H_2O) fedezik. Ámde a víz nemcsak mint tápanyag fontos, hanem — miként már az első táblázatban láttuk — a növény alkotásában a víz állandóan szerepel és a növényből egész fejlődése folyamán nagymennyiségben el is párolog. A növényeknek tehát sokkal több vízre van szükségük, mint amennyit a természetben találunk. A vízszükséglet sok tényezőtől függ ugyan, mégis durva megközelítéssel azt mondhatjuk, hogy minden 1 kg száraz anyaghoz kb. 400—500 kg víz szükséges.

A bevezető részben azt láttuk, hogy pl. a 12 q-ás búzatermés összesen 2724 kg száraz anyagtermeléssel járt, nem számítva a földalatti részeket, a gyökérzetet. Ha tehát ezt 500-zal szorozzuk, ez 1,362.000 kg vízszükségletnek felel meg, ami 1 kat. holdra ($= 5754 m^2$) elosztva, 236 mm csapadéknak felel meg. Minthogy pedig ezt a növény fejlődési időszakában, tehát főképpen március, április és május hónapokban igényli, igen fontos a búzatermesre nézve ezeknek a hónapoknak csapadékmennyisége és eloszlása. Mert a gazdasági növények a vizet főképpen gyökereik által veszik fel a talajból. Az őszi és téli csapadék csak olyan mértékben értékesülhet, amily mértékben ezt a talajban felraktározzuk. Ezen fordul meg épen a szárazság ellen való céltudatos védekezés, a sokat hirdetett *«dry farming»*. Alkalmas művelési eljárásokkal és trágyázással ugyanis az évi csapadékkal nagymértékben takarékoskodhatunk és a talajnedvességet nagymértékben visszatárolhatjuk arra az időszakra, midőn erre a termelt növénynek épen szüksége van.

A növény hamualkotórészeit is mind a talajból meríti. Ámbár ezeknek mennyisége a szerves anyagokhoz viszonyítva a 3. táblázat (lásd az 5. lapon) tanúsága szerint kevés, mégis egyes hamualkotórészek sokszor természet szabályozóan működnek. Ilyenek a foszforsav, kálium és

kalcium. Ennek oka az, hogy gazdasági növényeink igen gyakran ezeket a szükséges tápanyagokat nem találják elegendő mennyiségben és felvehető állapotban a talajokban, akár csak a nitrogént. Ezért ezeket a nitrogénnel a gyakorlatilag fontos tápanyagoknak minősítjük. A 7. táblázat néhány fontosabb gazdasági növénynek nitrogén-, foszforsav-, kálium- és kalciumszükségletét mutatja be.

Látni ebből a táblázatból, hogy a különböző termések nagyon különböző mennyiséget igényelnek ezekből a fontos tápanyagokból.

Ne gondoljuk azonban, hogy a talajban található összes nitrogén, foszforsav, kálium, ill. kalcium a gazdasági növények gyökerei által felvehető.

A gyökerek ugyanis nem nyitott hajszálcsovek, hanem zárt sejtekkel határolt növényi szervek. Ezekbe tehát minden tápanyag csak oldott állapotban juthat be. Ezért a fenti tápanyagokat is csak megfelelő vegyületekből és oldott állapotban vehetik fel. Már pedig a talajban foglalt nitrogén zöme szerves és a növények által fel nem vehető vegyületek alakjában található. Ezekből a szerves nitrogénvegyületekből a talajbaktériumok ammonium- és salétomsavsókat készítenek, mely sók vízben jól oldódnak és a növények felvehetik és hasznosíthatják. A talajban található foszforsav-vegyületek a talajnedvességben nagyon kis mértékben oldódnak, a káliumnak is zöme nehezen oldódik, még legkönnyebben oldódik a kalcium, ha az szénsavas mész alakjában található. Ezért az ú. n. meszes talajok esetében mészhiányt a növények nem szenvednek, mert a meszes talajokban a kalcium tekintélyes mértékben szénsavas mész (CaCO_3) alakjában fordul elő.

Szerencsére a gazdasági növények gyökerei közvetlenül is megbonthatják és oldatba vihetik a nehezebben oldódó foszforsav-, kálium és kalcium-vegyületeket. Ezért gazdasági növényeink nemcsak a talajnedvességben köz-

VII. TÁBLÁZAT.

A magyarországi átlagtermések N, P_2O_5 , K_2O és CaO tartalma kat. holdanként.

A termény neve	N kg	P_2O_5 kg	K_2O kg	CaO kg
Búzamag... ..	24	9	6	0·6
Búzaszalma... ..	11	5	14	6·1
Rozsmag... ..	16	8	5	0·5
Rozsszalma... ..	9	5·6	19	6·9
Árpamag... ..	22	8	4	1·4
Árpszalma... ..	10	3	17	5·0
Zabmag	16	6	4	1·0
Zabszalma	10	5	30	7·9
Tengerimag	24	9	6	0·5
Tengeriszár... ..	10	8	33	10·0
Burgonya... ..	26	12	44	2·3
Burgonyakóró ...	5	17	4·5	6·7
Cukorrépa	24	13·5	57	6·0
Cukorrépalevélzet	9	2·1	12	9·0
Takarmányrépa...	41	18	11	6·7
Takarmányrépa- levélzet... ..	9	3	13·5	4·8
Repcemag	2·5	1·3	0·8	0·4
Repceszalma ...	14	6	28	29·0
Lenmag	11	5	3·5	0·9
Lenkóró... ..	—	6	14	10·0
Kendermag	8	5·5	3	3·5
Here... ..	39	7·2	23	32·0
Lucerna	80	19	51	8·8
Bab	31	9	10	1·1
Borsó... ..	39	9	11	1·2

vetetlenül oldható foszforsav, kálium- és kalciumot veszik fel, hanem a gyökerek által közvetlenül oldatba vitt foszforsav, kálium és kalciumot is.

Mégis gyakran előfordul, hogy a talajban nincs elég

ezekből a könnyen oldható és felvehető foszforsav-, kálium- és kalcium-vegyületekből s akkor ezek pótlásra szorúlnak, akárcsak a már korábban említett nitrogén. Mindezt a hiányt a megfelelő nitrogén-, foszforsav-, kálium, ill. kalcium (mész-) trágyákkal pótolhatjuk.

2. A gazdasági növények sajátos táplálkozási törvényei és trágyaszükséglete.

Az előző fejezetben megismertük azokat az általános törvényeket, melyek minden gazdasági növény táplálkozására vonatkoznak. Már e tekintetben is a 6. táblázat tanúsága szerint lényeges különbségeket láttunk az egyes gazdasági növényeink átlagos tápanyagszükséglete között. Sokáig az volt a nézet, hogy annál több trágyapótlást igényelnek a gazdasági növények, minél nagyobb a tápanyagszükségletük az egyes tápanyagokból. Így pl. a 6. táblázat adataiból azt lehetne gondolni, hogy a lóhere, lucerna több nitrogén-trágyát kíván ugyanazon a nitrogén szegény talajon, mint pl. a búza vagy cukorrépa. A valóságban azonban azt tapasztalták, hogy ez nincs így, mert olyan talajokon, melyeken a búza, vagy cukorrépa meghálálta a nitrogén-trágyázást, a lóhere, lucerna nem hálálta meg, jeléül annak, hogy nitrogénpótlásra nem szorult. Ennek magyarázata igen egyszerű. Nevezetesen már az előző fejezetben megismertük a pillangós virágú növényeknek azt a kiváló tulajdonságát, melynél fogva a gyökér-baktériumok segítségével a levegő szabad nitrogénjét is értékesíteni tudják, holott a búza, cukorrépa és általában az ú. n. nitrogénfogyasztó gazdasági növények ezzel a tehetséggel nem bírnak. Ezért azt szoktuk mondani, hogy a pillangós virágú gazdasági növényeknek nincs nitrogéntrágya szükségletük, a többinek pedig van.

Ámde utóbbiaknak nitrogén-trágyaszükségletük szin-

tén nagyon különböző, mely megint e növények sajátos táplálkozási törvényeivel függ össze. Vannak gazdasági növények, melyek a gyors hatású nitrogéntrágyákat hálálják meg, mások inkább a lassú hatású nitrogéntrágyákat használják ki jobban. Ugyanígy van ez a többi fontos tápanyag esetében is, t. i. a foszforsav, kálium, ill. kalciummal. Utóbbi tápanyagok esetében kétségtelenül a gyökerek ú. n. *«oldó hatása»* is érvényesül, mely a különböző gazdasági növények esetében különböző. Ez az oldó hatás részben annak tudható be, hogy a gyökerek széndioxidot választanak ki; kétségtelen azonban, hogy még más savanyú hatású anyagot is választanak ki a gyökerek, melyeknek közelebbi minőségét és mennyiségét ma még nem is ismerjük. Dyer angol tudós meghatározta néhány fontosabb gazdasági növényünk gyökérnedvének savanyúságát és ezt citromsavra vonatkoztatva a 8. táblázat adataihoz jutott.

VIII. TÁBLÁZAT.

Néhány fontosabb gazdasági növény gyökérnedvének savanyúsága.

(Citromsav egyenértékben.)

Búza gyökérnedve	0.51—0.58%-os citromsavnak felel meg		
Árpa	«	0.38%-os	«
Zab	«	0.65%-os	«
Répa	«	0.48%-os	«
Burgonya	«	0.34%-os	«
Bab	«	1.11%-os	«
Lóhere	«	1.55%-os	«

Ez ugyan még nem bizonyítja azt is, hogy a gyökerek által kiválasztott nedv savanyúsága hasonló arányban áll, de valószínű, hogy amely gyökérnek nedve savanyúbb, annak gyökérváladéka is savanyúbb lesz és nagyobb

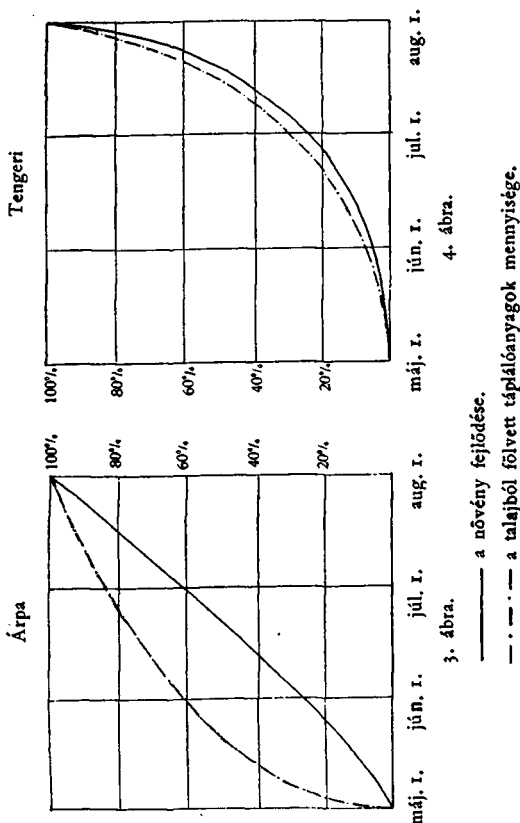
mértékben bonthatja meg a talajban előforduló oldhatatlan vegyületeket.

A gazdasági növények sajátos trágyaszükségletét azonban az egyes növények természetéből folyó tápanyagfelvétel időrendi lefolyása szabja meg elsősorban. Vannak ugyanis gazdasági növények, melyek már fiatal korukban aránylag igen sok tápanyagot követelnek, mások ellenkezőleg keveset és ez utóbbiaknál rendszeren olyan mértékben növekszik a tápanyagszükséglet, amilyen mértékben a gyökérzetük és egész fejlődésük előre halad. Könnyen érthető tehát, hogy előbbi esetben a növény inkább megérzi a talaj tápanyaghiányát, mint utóbbi esetben. A tápanyagfelvétel időrendi lefolyását az árpa és kukorica esetében a 3. és 4. ábra diagramm vonalai világítják meg.

A 3. ábra az árpa tápanyagfelvételét tünteti fel oly módon, hogy az ép vonal mintegy azt ábrázolja, miként fejlődik a növény tenyészideje alatt, a szaggatott vonal a jelmagyarázat értelmében a tápláló anyagok felvételének átlagos képét mutatja be. Az árpa esetében azt látjuk, hogy a tápanyaggörbe domború, a szárazanyag-görbe homorú. Ez azt jelenti, hogy a tápanyagszükséglet kezdetben gyors, később lassan megszűnik. A szárazanyag képződés ellenkezőleg lassan indul és elmarad a tápanyagfelvételhez képest. Ezért az árpa az a növény, mely gyorshatású, könnyen oldható trágyákat követel, ú. m. szuperfoszfátot, csilisalétromot és tömény kálisókat. Ennek az ellentétjét mutatja be a 4. ábra, mely a kukorica tápanyagfelvételének időrendi lefolyását ábrázolja. Itt azt látjuk, hogy a tápanyaggörbe a szárazanyag-görbével közel egymás mellett halad. Ez azt jelenti, hogy a kukoricánövény nemcsak lassan fejlődik, de époly lassan nő a tápanyagigénye is. Ezért főképen a lassú hatású trágyákat használja ki jól, ú. m. az istállótrágyát.

Látni való ezekből, hogy a tápanyagfelvétel időrend-

lefolyásától függ elsősorban, hogy minő az egyes gazdasági növények sajátos trágyaszüksége. E tekintetben a



A tengeri és árpa fejlődésének és a talajból fölvevő táplálékanyagok mennyiségének összehasonlítása.

gazdasági növényeket következőképp csoportosíthatjuk. Vannak olyanok, melyek miként az árpa, már fejlődési koruk elején aránylag sok tápanyagot igényelnek, míg azután

bizonyos koron túl már nem kell nekik, vagy aránylag már csak keveset vesznek fel. Ilyenek a búza, rozs és kisebb mértékben a zab is. A pillangós virágúak közül a bükköny, borsó és babfélék. Utóbbiak természetesen nitrogéntrágyát rendszeren nem követelnek, mert az említett gyökérbaktériumokkal a levegő nitrogénjét is értékesíteni tudják. Ezeknek az egyes növényeknek legmegfelelőbb trágyázási módját majd a trágyafélék ismertetése kapcsán fogom ismertetni, itt csak annyit, hogy ezek általában a gyors hatású trágyákat hálálják meg.

Vannak azután olyan gazdasági növények, melyek ugyan már fejlődésük elején is élénk tápanyagszükséglettel bírnak, de ez nem csökken olyan rohamosan, mint a kalászosoknál. Ezért ezek nemcsak gyors hatású, de közepes hatású trágyaszereket is meghálálnak. Idetartoznak pl. a répafélék, különösen a cukorrépa, burgonya, dohány és a herefélék, a lucernát is beleértve. Utóbbiak esetében megint a nitrogéntrágyázás inkább csak kivételesen szükséges, mert a levegő nitrogénjét is megszerezhetik.

Vége a kukorica az a gazdasági növényfajta, mely a lassú hatású trágyákat kívánja. Ide sorolhatjuk még a kendert, cirokot, napraforgót, ezeket az ún. talajzsaroló növényeket és részben az évelő takarmánynövényeket, mint a lóhere, lucerna és évelő fűfélék, melyek a lassú, hatású trágyaféléket is meghálálhatják, mert tenyészidejük több évre terjed. Utóbbiak azután nemcsak a gyors de lassú hatású trágyaféléket, ill. ezek kombinációját is meghálálják.

Nem mélyedhetek el jobban az egyes gazdasági növények különösebb trágyaigényeinek tárgyalásába. Még csak arra kell rámutatnom, hogy a nitrogéntrágyák általában a levélzet és mag fejlődését segítik elő, ezért főképen azok a gazdasági növények hálálják meg a bő

nitrogéntrágyát, amelyek dús levélzetűek, ú. m. a répa-félék, burgonya, kukorica, kender, napraforgó és dohány, vagy nitrogéndús magvakat teremnek, mint búza, rozs, árpa, zab. A nitrogénbőség azonban könnyen káros lehet, pl. a kalászos gabonaféléknél megdőlést, árpánál, répánál, dohánynál rossz minőséget eredményezhet. A foszfor-savat különösen a kalászos gabonafélék és pillangós virágúak hálálják meg, de a cukorrépa és burgonya szintén igen hálás lehet. A kálium-trágyákat különösen a burgonya, cukorrépa, takarmányrépa, árpa és a pillangós virágúak hálálják meg.

Ezek a szabályok, melyek az egyes gazdasági növények sajátos természetéből adódnak, természetesen az adott körülményekhez képest különböző mértékben érvényesülnek. Mert minden esetben döntő jelentőségű a talaj minősége és az időjárás. *Ezért nem is lehet általánosan és minden esetre érvényes szabályokat felállítani, hanem a termelő gazdának mindig az összes termelési tényezőket mérlegelve és ismerve kell a leggazdaságosabb trágyázási rendszert megválasztania.*

A gazdasági növények a maguk általános és különös táplálkozási sajátágaikkal kétségkívül a gazdasági növénytermelésnek legfontosabb tényezői, mert ezeknek *helyes megválasztása*, a viszonyoknak *legmegfelelőbb vetés-forgó*, a legjobb *vetőmag* és a kellő *növényvédelem*, mely ma már magában is külön tudományágat képvisel: *a növénytermelés nélkülözhetetlen és egyedül helyes kiindulópontja.* Ámde a talaj és éghajlat ismerete sem nélkülözhető és a trágyafélék azok a termelési tényezők, melyekkel leginkább áll módunkban a természetben adott körülményeket a növények igényeinek megfelelően alakítani, javítani vagy pótolni.

II. RÉSZ.

A talaj mint termelési tényező.



AZ ELŐZŐKBŐL láttuk már, hogy a talaj igen fontos termelési tényező, mert hiszen a szént nem tekintve, a többi alkotórészt a növények nagyrészt mind gyökereik útján a talajból veszik fel. A talaj tehát mint a növény egyik legfontosabb *táplálóanyag forrása* kétségtelenül döntő szerepet játszik a termések nagyságára vonatkozólag. Ámde azt is láttuk, hogy a gyökerek útján csak olyan vegyületeket vehet fel a növény, melyek vagy a talajnedvességben oldhatók, vagy a gyökerek feltáró hatására megbomlanak és oldhatókká válnak. Ezért a talajban meg kell különböztetnünk *nyers* növényi táplálóanyagokat és a felvételre alkalmas ú. n. *kész* táplálóanyagokat. A nyers táplálóanyagkészletet úgy tekinthetjük, mint *a talaj alaptőkéjét*, melyből évente bizonyos mennyiség átalakul felvehető vegyületekké. A kész táplálóanyagmennyiség, e hasonlaltal élve, *a talaj forgó tőkéje*, mely bizonyos ideig az alaptőke rovására évről-évre pótlódik, de mesterséges táplálóanyagpótlás híján egyre apad, míg végre annyira apadhat, hogy a talaj termelőképesége is érezhetően meggyengül.

A talaj termelőképesége tehát attól függ elsősorban, hogy mennyi a felvételre alkalmas táplálóanyagkészlet és milyen gyorsan pótlódik ez a talaj nyers táplálóanyag raktárából, amelyet a talaj *táplálóanyag gazdagságának* is nevezhetünk. Ez utóbbi elsősorban a talaj

eredetével függ össze, majd pedig azzal, hogy mióta művelik és milyen mértékben használták már ki a talaj tartalékjait.

A talaj termőképessége sok külső tényezőtől is függ ugyan, de a talaj kész táplálóanyag mennyisége kétségtelenül döntő szerepet játszik ebben. Ez pedig attól függ, hogy milyen élénk az az átalakulás, melyen a nyers tápanyagoknak át kell esniök, hogy felvehetővé váljanak. Ezt a talaj *tevékenységének* nevezzük és ez mintegy helyettesíti a növények esetében az emésztési szerveket. Mert amíg az állat a takarmányban foglalt nyers tápanyagokat maga alakítja át átsajátítható táplálóanyagokká az emésztési szervében, addig a gazdasági növények esetében ezt az *előkészítő munkát* a talaj végzi el. Minél élénkebb ez az előkészítő munka, annál tevékenyebb a talaj és aránylag annál termékenyebb is. Ebben a munkában nemcsak kémiai és fizikai, de biológiai folyamatok is közreműködnek; ezért a talajt nem is tekinthetjük holt tömegnek, hanem állandóan változó és részben élő anyagnak. Ilyen értelemben beszélhetünk a talaj életéről.

A talaj azonban nemcsak a zöld növény táplálóanyag forrása, de egyszersmind gyökérzetének *kapaszkodási alapja*, aminek gyakorlati jelentőségét akkor érezzük igazán, ha ez hiányos, mint például a futóhomoktalajok esetében. Ezekben addig nem is lehet sikerrel termelni, amíg alkalmas módon meg nem kötjük. Ezért a talaj kötöttsége és egyéb fizikai természete szintén nagymértékben hozzájárul a termőképességhez. Így különösen a talaj nedvességi viszonyai sokszor döntő jelentőségűek a termés nagyságára, ezek pedig a talaj fizikai sajátságaival szorosan összefüggnek.

Végre a talaj képezi a *mag csírázásának ágyát*, ha ez nem megfelelő, a csírázás hiányos lesz, vagy egyáltalán nem sikerül. Legtöbb védelemre épen a fiatal növény

szorul és ebben ismét a talaj kémiai, fizikai és biológiai sajátosságai döntő szerepet játszanak.

Látni ezekből, hogy a talaj, mint termelési tényező, nem minősíthető egyszerűen elaprózott ásványi és szerves anyagkeveréknek. Ha mi nyers kősziklát olyan finomra őrölünk, mint a természetes talajok szemecskéi, sőt ha még ehhez annyi tőzeget is adunk, amennyi a természetes talajok szerves anyagát megközelíti, nem kapunk termőtalajt. *A kőzeteknek és az élettelen szerves anyagoknak előbb bizonyos átalakuláson kell átmenniök, hogy azok keverékéből igazi termőtalajt kapjunk.*

Ezért a talajt nem minősíthetjük egyszerű geológiai képződménynek, sem kémiai vegyületek vagy ásványi törmelékek mechanikai keverékének. Ez *önálló természeti képződmény*, melyben a talaj képződésében különböző mértékben érvényesülő tényezők szerepelnek és többé-kevésbé maradandó bélyeget nyomnak az egyes talajokra. Ezek sokszor annyira jellegzetesek lehetnek, hogy sajátos talajtípusok kialakulásához vezetnek, mely talajoknak kémiai, fizikai és biológiai sajátosságai a típus nemével jellegzetesen változnak. Ezért gyakorlatilag is igen lényeges, hogy a fontosabb talajtípusok eredetét megismerjük. Erre pedig a tudományos talajtani kutatások vezettek rá. A talajtani tudomány nélkül tehát gyakorlatilag hasznos talajismeret nem lehetséges. A talajismeretnek a multban éppen azért volt oly kevés gyakorlati értéke, mert hiányzott a megfelelő tudományos alap.

Mi magyarok, büszkék lehetünk arra, hogy 1909-ben nálunk indult meg az a nemzetközi tudományos mozgalom, melynek köszönhetjük ma, hogy az utóbbi 20 év alatt önálló talajtani tudomány fejlődött ki. Az 1909 tavaszán, Budapesten tartott nemzetközi agrogeológiai konferencia volt ennek a nagyszabású tudományos mozgalomnak és ma már eredményes fejlődésnek egészséges magva és

büszkén hirdetjük, hogy ma is ebben a tudományos mozgalomban a magyar tudósok bizonyos vezető szerepet visznek, ami kultúrfölényünknek és külföld előtti tekintélyünknek egyik záloga, minden magyarnak pedig méltán büszkesége lehet.

1. A talajok eredete és egyes fontosabb talajtípus leírása.

Mindaddig, míg a talajt csak a mezőgazdasági termelés szemüvegén át vizsgálták, nem ismerték fel a talajok sajátos természetét. Voltak, akik csak azt kutatták, hogy mennyi a talajban a felvehető táplálóanyagkészlet; mások a talaj mechanikai összetételében és egyes fizikai sajátságában keresték a gyakorlati vonatkozásokat; végre a bakteriológia fejlődésével akadtak olyan irányzatok is, melyek a talaj termőképességét egyedül a talaj baktériumflórájának, vagy általában a talaj élővilágának, az ú. n. *edaphonnak* tulajdonítják. Kétségtől mindenik irányzat egymagában egyoldalú és hiányos. A nemrégén elhunyt müncheni professzor, *dr. Ramann Emil* mondta, hogy a talaj megismerése tudományos öncél, akár csak a növény megismerése a növénytané, az ásványok megismerése az ásványtané. Ezt az önálló tudományt talajtannak nevezi és a talajtani ismereteknek a mezőgazdaságra való alkalmazását a talaj technológiai tudományának minősíti. Ennek a tisztán tudományos irányzatnak köszönhetjük a talajtani ismereteink újabkori rohamos fejlődését.

A talajok természete szorosan összefügg a talaj képződésében szereplő tényezők összefüggésével. Ezek a tényezők a következők:

1. a geológiai eredet és orográfiai viszonyok,
2. az éghajlati tényezők,
3. természetes növényzet,
4. a talajban élő alsóbbrendű növényvilág,
5. a talajban élő állatvilág,
6. az emberi munka beavatkozása a talajra.

Mindezek a genetikai tényezők esetenként különböző mértékben érvényesültek és ehhez mérten a talajok tipikus kialakulására különböző mértékben hatottak. Az orosz talajtudósok érdeme, hogy ennek a természetes talajképződési rendszernek alapjait lefektették. *Dokucsae*v, *Szibirce*v és *Glinka* voltak a legnevesebbek ezen a téren. Ők építették ki a talajok klimazonális rendszerét. A magyar agrogeológusok, különösen *Treitz Péter* rámutatott arra, hogy nálunk az oroszországi talajtípusok nem zonálisan, de regionálisan fordulnak elő. Ez szorosan összefügg Magyarország geológiai és földrajzi kialakulásával. A magyar geológusok megállapították, hogy a földünk kialakulásának történetében a harmadkor középső szakaszán, az ú. n. *miocén*-korban egész Közép-Európán végig, nyugatról keletre haladva, a földkéreg hatalmas gyűrődéseket kapott, melyeknek egyik eredménye az erősen redőzött alpesi és a félköralakú kárpáti hegyláncolat volt, a másik pedig az a nagy behorpadás, mely a magyar Alföld medencéjét alkotja. Ez a mély behorpadás mintegy tükörképe a kárpáti hegyláncgyűrődéseknek. Ma még nem ismerjük e medencének mélységét, csak egyesek becslése szerint 1500 méter mélységet is elérí. Az alföldi medence és a kárpáti hegylánc határán sok helyen a föld olyan mélyen megrepedt, hogy ezeken a repedéseken a vulkánok egész sorozata tört ki és kialakította azt a vulkanikus eredetű hegykoszorút, mely Alföldünk közvetlen peremét alkotja. Egy másik ilyen kisebb medence a kis magyar alföld és a Balaton medencéje. Mellőzve e kisebb medencék fejlődéstörténetét, Alföldünk medencéje azóta állandóan feltöltődik, részben a körülvevő hegyláncolatok törmelékanyagával, melyet a hegyekből lefolyó vizek, vagy a szél hoztak magukkal; részint a hulló porból, mely az alföldi löszterületek anyagát szolgáltatva. Alföldünk helyén kezdetben sós vizű tenger volt, mely később elegendő vizűvé, majd

édesvizű tóvá és sekély, lefolyástalan mocsarakká vagy sóstavakká alakult át. Amidőn az aldunai bevágáson át a tó vize részben levezetődött, az alföldi medence pedig részben kiszáradt, kezdtek kialakulni a Duna és Tisza folyó-rendszerei, melyek több helyzetváltozással a mai állandó rendszerbe jutottak és úgyszólván az Alföldet övező hegyláncolat összes hordalékát az Alföldre szállították. Nem tekintve tehát a hullóport, Alföldünk talajának nyersanyaga nagyrészt az azt körülvevő hegyláncolat kőzeteinek törmelékéből alakult ki.

Megállapítást nyert az is, hogy Alföldünkön többször voltak klímaváltozások, midőn hol száraz, hol nedves időszak váltották fel egymást. E közben az egyre feltöltődő alföldi medence felszíne is egyre változott. Mert a folyók, a víz esésének és tömegének, vagyis a víz eleven erejének változásával, továbbá a futóhomok eltorlaszolásokkal eredeti medrüket elhagyták és új folyási irányt választottak. A száraz területeken pedig a sivatagi szelek a homokot felkapták és a síkság felületén egész domborzatokat állítottak fel. Így Alföldünk területe nem egészen síma, hanem kisebb-nagyobb bemélyedések, ú. n. semlyékek, dombhátakkal váltakoznak. Különösen a jelenlegi Duna-Tisza-közén találjuk ezeket a homokhátakat, melyek egy része még ma is futóhomok. Látni ebből, hogy a régi Magyarország területe nemcsak földrajzilag, de geológiai képződését tekintve is zárt egységet alkot. Ugyanúgy van ez a talajtípusok regionális elosztása tekintetében is. Amíg Oroszországban az északi nedves és hideg éghajlat fokozatosan átalakul a déli száraz és meleg éghajlati övbe és ennek megfelelőleg az egyes talajzónák délnyugat-északkeleti irányban széles sávokban követik egymást, addig a magyarországi zárt talajterületen a nedves és hideg zóna a száraz és meleg zónával nem annyira vízszintes, mint inkább függőleges irányban tagozódik. Minél magasabb a tengerszín feletti

emelkedés, annál hidegebb és nedvesebb az éghajlat és ehhez igazodik a természetes növényzet és a talajtípus. Ha megnézzük azt az átnézetes talajtérképet, melyet *Treitz Péter* összeállított és nemrégén a M. Kir. Földtani Intézet kiadott, azt látjuk, hogy a Kárpátok övezte területnek a széleit alkotják a túlelevelű zárt erdők szürke talaja, majd következnek a lomblevelű erdőtalajok barna talajrégiója, melyet követnek az elegyes erdők fekete erdőtalaja. Ez utóbbi már az Alföldbe és az alacsonyabb dombvidékre húzódik le. A síkságnak zömét pedig a száraz éghajlatra jellemző különböző mezőségi talajok foglalják el. Az a sorrend tehát, amely Oroszországban Délnyugat-Északkeleti irányban széles sávokban húzódik végig nemcsak Európán, de Szibérián keresztül is, az a zárt magyar medencében is felfedezhető, de a domborzati viszonyok magassági régiói szerint.

A gyakorlati gazdák és a laikusok közül talán sokan azt jegyzik meg erre, hogy ez lehet igen érdekes természeti jelenség, de mi köze ennek a gazdasági növények termesztéséhez? Alábbiakban épen erre akarok megfelelni, mert talajtípusaink megismerése és jellemzése a talajok képződési körülményeinek ismerete híján nemcsak tudományos szempontból hézagos, de gyakorlatilag is kevésbé érthető. Ma már csaknem általánosan a szakemberek elismerik, hogy a talaj természete a természetes növényzettel és éghajlattal szorosan összefügg. Így pl. a mezőségi talajok száraz éghajlati viszonyok között képződnek, ezért természetes növényzetük a szárazságot bíró (xerophita) fűfélék, legmegfelelőbb gazdasági növényük pedig a búza és lucerna. Az erdőtalajok ellenkezőleg mérsékeltén nedves éghajlatban alakulnak ki, mégpedig a túlelevelűek a legnedvesebb fokozatot alkotják. Az ilyen éghajlati régióknak egyik fő gazdasági növénye a burgonya és zab, miként ez a Felvidéken és Erdély hegyesebb vidékein tapasztalható. A közbeeső

régiónak a lombos és elegyes erdők talaja felel meg, ahol viszont az árpa és cukorrépa legértékesebb gazdasági növényeink. Ebből természetesen nem következik az, hogy a mezősegi talajban csak búzát és lucernát, a fakó erdőtalajokon csak burgonyát és zabot, a barna és fekete erdőtalajokon pedig csak árpát és cukorrépát érdemes termelni ; de a természetes növényzet a legjobban juttatja kifejezésre a talaj és éghajlati viszonyok együttes termelési jellegét. Mivel pedig a talaj típusának kialakulásában viszont az éghajlati viszonyok és természetes növényzet együttes hatását találjuk fel : *a talaj minőségéből nemcsak az uralkodó éghajlati viszonyokra, de a növénytermelés viszonyaira is következtethetünk.* Ez a kölcsönös hatás oly nagy, hogy az éghajlati viszonyok változásával nemcsak a növényzet, de a talaj is megváltozik ; vagy, a növényzet mesterséges megváltoztatásával nemcsak az éghajlati viszonyok, de a talaj jellege is lassan átalakul. Végre a talaj jellegének gyökeres megváltoztatásával, megváltozik a termelhető növényzet és ennek bizonyos mértékben a klímára is hatása lehet. Így kétségtelen, hogy Magyarország területén hajdan sokkal több volt az erdő és a vizenyős, lápos terület, mint ma. Az a talajtérkép, mely a mai talajállapotokat tükrözi vissza, nem felel meg a régebbi viszonyoknak. Ahol ma az Alföldön mezősegi talajok vannak, régebben sok helyen erdőség vagy vízállásos mocsarak voltak és a talaj is eredetileg erdő vagy láp-talaj volt. Amidőn azonban az erdőket letarolták és a talajt feltörték, az állóvizeket levezették és a vízáradásokat meggátolták, szárazabb lett az éghajlat és az eredeti erdőtalaj lassan és mesterségesen, az ember munkája folytán, mezősegi talajokká alakult át. Megfordítva a mesterséges erdőirtással, öntözéssel, halastavak létesítésével, az éghajlat is megváltozik és a mezősegi talajból erdőtalaj vagy más hasonló talajféleség alakulhat. A talaj közelebbi vizsgálata ezeket az éghajlati változá-

sokat ill. az emberi beavatkozás hatását is jelzi, mert a talajok kémiai összetételéből és fizikai szerkezetéből a talajok multjára is következtethetünk. Látni való ezekből is, hogy a talajok állandó változásoknak vannak alávetve. Általában a talajt a kőzetektől épen az különbözteti meg, hogy míg a kemény szikla az állandóság jelképe, *a talaj az állandó változások és átalakulások színhelye.* Ez az állandó átalakulás nemcsak az emberi kultúra alá vett termőtalajokon, de a természetes viszonyok közt maradt ősi vagy szűztalajokon is észlelhető. A különbség a kettő között csak az, hogy amíg az utóbbiakban végbenő átalakulások egyedül természetes forrásokból erednek, melyek rendesen hosszabb időszakokra állandóak, az emberi művelés alá vett talajok esetében a természetes tényezőkhöz még az ember mint új tényező csatlakozik, akinek munkája sokszor egészen új irányba terelheti a talajban lejátszódó átalakulásokat és gyors változásokat idézhet elő.

Ne gondoljuk azonban, hogy ezek a talajrégiók, melyeket az említett átnézetes talajtérkép feltüntet, mind egy-egy egynemű talajterületet jeleznek. A valóságban úgy az Alföldünkön, mint méginkább a domb- és hegyvidéken a talajnevek nagyon változók. A talajrégió csak annak a területnek általános bélyegét adja meg, melyre az illető megjelölés vonatkozik. Így pl. a mezőségi talajrégió általános jellege, hogy az éghajlat száraz vagy szárazságra hajló és így az itt található talajok zöme olyan, melynek képződéséhez a száraz éghajlat szükséges. Viszont az erdőségi talajrégiók általában a nedvesebb éghajlatot jelzik, amelyben az ennek megfelelő talajtípusok uralkodnak. Különböznék is ne feledjük, hogy a régi Magyarország nemcsak földrajzilag és politikailag, de éghajlatilag is Kelet- és Nyugat-Európa határát alkotja. Itt találkozunk az orosz lapály szárazföldi klímája a nyugati nedves, tengeri és magas hegyvidéki klímával.

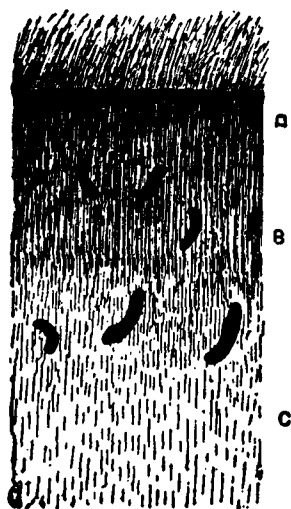
Ezért ezen a határterületen a helyi domborzati viszonyoknak megfelelőleg, hol az egyik, hol a másik klíma hatása érvényesül jobban. Éppen ezért hazánkban a talajtípusoknak és átmeneteknek változatos sorozata aránylag kis távolságokban felfedezhető. Ez a körülmény igen alkalmas arra, hogy a különböző talajnemeket tanulmányozzuk, de nem oly egyszerű talajaink olyan részletes felvétele, hogy a gazdák a térképen mindjárt megtalálják a saját gazdaságuknak megfelelő talajtípust.

Nem részletezhetem itt az egyes talajtípusok eredetét és minden jellemző tulajdonságát. Ez a talajtani tudomány feladata, minket pedig csak az érdekel, hogy a talaj, mint termelési tényező, miként működik közre a gazdasági növények termelésében. Ezért itt a magyar talajok három fő típusának főbb jellemzésére szorítkozom.

A) Mezőségi talajok.

Ezek általában a száraz éghajlat és a szárazságot tűrő ún. n. *«xerophyta»* növényzet képződményei. A száraz éghajlatot jellemzi a meleg és száraz nyár, mely hideg és hosszú téllal párosul. Ilyen viszonyok között természetesen úton a szárazságot bíró fűfélék tudnak elterjedni, melyek a két nyugalmi időszakot, t. i. : a nyári szárazságot és a téli hideget túlélnek. A mezőség tavasszal üde zöld, majd a meleg időszakban nyáron ellankad és kiszárad, de gyökérzete nem pusztul el és az őszi nedvesebb időszakban újra kizöldül. Télen a fejlődés megakad, de a hótakaró alatt áttelelve, tavasszal újra fejlődésnek indul. Ilyen körülmények között a száraz időszak mértékéhez képest több-kevesebb szerves anyag (humusz) szaporodik fel a talaj felső szintjeiben és fekete-, sötétbarna- vagy világosbarna színű feltalajt kapunk. A talajkilugzás ez esetben igen kismértékű és rendszeresen csak a vízben oldható nátriumsókra és a szénsavas talajvízben oldható szénsavas mészre szorítkozik. Ezt bizonyítja a

talajszelvény egyes szintjeinek sósavas kivonata. Talajrétegekről itt nem beszélhetünk, csak szintekről, mert éles határt az egyes talajszintek között nem találunk. A sötétebb feltalaj fokozatosan és minden éles határ nélkül megy át az altalajba. Sőt, mivel a mezőségi talajok



A-szint és B-szint a humuszos réteg,
0—12 cm vastag.

C-szint a meszes porózus anyakőzet, a
sárga föld.

A fekete foltok a mezőségi állatoknak
humuszos földdel kitöltött járatai.

5. ábra. A mezőségi talaj szelvényének vázlatos képe.

természetes lakói egyes rágcsáló állatok (pl. az ürgék), ezek földalatti üregeiket tele hordják a felső humuszos talajjal s így nem ritkán a mélyebb világossárga altalajban fekete földdel kitöltött üregeket találunk és ezekben nem ritkán a rágcsálók csontváztrömelékét is megtalálhatjuk.

Minden talaj megítélésekor az első a talajszelvény megismerése. Olyan ez, mint az ember ábrázata, mely

külső jelekben visszatükrözi, hogy milyen talajjal van dolgunk. A szelvényt úgy kapjuk meg, ha ásóval árkot ásunk olyan mélyen, amíg ahhoz a földréteghez (kőzet-hez) jutunk, melyből a talaj kialakult. A magyarországi mezősegi talajok esetében ez az altalaj rendszeren lösz, vagy homok, ritkábban márga, ill. meszes kavics. Az altalaj színe a mezősegi talajok esetében rendszeren sárga és ezt a talajszínt az újabb talajtani felvételekben C-szintnek jelölik. Ez felfelé haladva egyre több szerves-anyagot tartalmaz és színe sötétebb lesz. A legsötétebb a felszínen, de ez a televényes felső szint Alföldünk sötét-barna és fekete mezősegi talajai esetében nem ritkán 80–130 cm mélységig is feltalálható.

IX. TÁBLÁZAT.

Szint	A	B	C
	0–20 cm	80–100 cm	120–140 cm
0/0 100 gr száraz talajra számítva			
Na ₂ O	0.41	0.31	0.30
K ₂ O	1.19	1.24	1.07
CaO	0.76	0.80	0.63
MgO	1.01	1.24	1.51
MnO	0.13	0.15	0.15
Fe ₂ O ₃	5.43	5.71	5.58
Al ₂ O ₃	9.04	9.94	9.04
SO ₃	0.04	0.04	0.01
P ₂ O ₅	0.07	0.07	0.07
CO ₂	0.00	0.00	0.00
SiO ₂ cc. HCl és 5%-os Na ₂ CO ₃ -ban oldható	10.80	11.21	10.58
humusz... ..	5.57	5.31	1.19
H ₂ O kémiailag kötött oldhatatlan maradék	4.03	3.41	3.34
Összesen... ..	60.70	59.40	66.00
	99.18	98.43	99.47

A mezőségi talajra jellemző még, hogy szerkezete morzsás és az egész talajszelvényben kilúgzási, illetve felhalmozódási szintet nem találunk. Ezért van az, hogy az alföldi mezőségi fekete földeket veszély nélkül mélyebben szánthatjuk és nem hozunk fel nyers földet.

A talaj kémiai összetételét elsősorban az jellemzi, hogy a talajszint különböző mélységéből vett minták kémiai összetétele lényegileg ugyanaz. Jó példa erre az erdélyi mezőség pusztakamarási talajának kémiai elemzése, melyet *Ballenegger Róbert dr.* elemzési adatai alapján a 9. sz. táblázat tartalmaz.

Ha a táblázat három függőleges rovatát egymással összehasonlítjuk, azt mondhatjuk, hogy az ásványi alkotórészek érdemleges változást egyik szintben sem árulnak el. Csak a humusztartalom növekszik a felsőbb szintek irányában, ami a mezőségi talajképződés természetes eredménye.

A meszes mezőségi talajokban van kilúgzódás, mert a szénsavas meszet és magneziát a talajnedvesség az alsóbb szintekbe viszi. Újabb vizsgálataimból kitűnt az, hogy a mezőségi talajok abszorpciós komplexumában a mész viszi a főszerepet és ennek tulajdonítható az, hogy ezek a talajok jól művelhetők és jó szerkezettel bírnak. Ezzel függ össze az is, hogy neutrális reakciójuk és a baktérium élet a mezőségi talajokban kedvező. Mert mindazok a baktériumok (azotobakterek, nitrifikálók), melyek a növénytermelés szempontjából fontosak, azok neutrális vagy gyengén lúgos talajt és könnyen felvehető meszet igényelnek. Azok a tapasztalatok, melyeket ezirányban laboratóriumunkban *Zucker Ferenc dr.* és *Telegdi-Kovács László dr.* az azotobakterekről és nitrifikálókrol szereztek, azt bizonyítják, hogy az abszorpciós komplexumokban kötött mész ezeknek a baktériumoknak igényeit kielégítik.

B) Erdőtalajok.

Ezek a mérsékeltén nedves éghajlat természetes képződményei. Az erdőtalajok a nedvességi viszonyok és az erdő neme szerint változók ugyan, de valamennyinek jellemzője, hogy szelvényében rendszeren három szintet



St A haraszt réteg 5—15 cm vastag.

*A*₁-szint. Fakóhomok, réteges szerkezetű 0—20 cm-ig.

*A*₂-szint. Göröngyös szerkezetű rész 20—30 cm-ig.

B-szint. Akkumulációs szintben a vasköves fok 50—60 cm-ig.

C-szint az anyaközet.

6. ábra. A kevert lomberdő szelvénye.

különböztetünk meg, ú. m. a felső, ú. n. kilúgzási szintet (*A*-szint), az alatta következő felhalmozódási szintet (*B*-szint) és az eredeti kőzetet (*C*-szint). A felső szint rendszeren világosabb színű és lazább szerkezetű, mint a *B*-szint, mely utóbbi a felső szintből bemosott kolloidok felhalmozódása következtében tömödöttebb és nem ritkán szabálytalan poliederus szerkezettel bír. A tipikus erdőtalaj szelvényének képét a 6. sz. ábra tünteti fel.

A kilúgzási és felhalmozódási viszonyokról a kémiai vizsgálat nyújt felvilágosítást. A hűvösvölgyi vegyes lomberdő talajszelvényének kémiai összetételét a 10. sz. táblázat tünteti fel, melyet a vezetésem alatt álló műegyetemi talajlaboratóriumban elemeztek meg.

X. TÁBLÁZAT.

Szint	A	B ₁	B ₂	C
	0/0 100 gr talajra számítva			
Na ₂ O... ..	0·39	0·41	0·44	0·35
K ₂ O... ..	0·57	0·59	0·51	0·61
CaO	0·60	1·91	1·67	8·95
MgO... ..	0·80	0·81	1·24	3·60
MnO	0·28	0·55	0·07	0·94
Fe ₂ O ₃	1·59	2·59	2·97	3·41
Al ₂ O ₃	3·75	4·69	7·50	3·03
SO ₃	0·39	0·29	0·47	0·35
P ₂ O ₅	0·06	0·08	0·13	0·12
CO ₂	0·00	0·00	0·00	7·94
SiO ₂ conc. HCl-ben és 5%-os KOH- ban oldható ...	8·94	9·43	10·68	6·09
Izzítási veszteség	4·51	3·87	4·52	3·76
Oldhatatlan ...	77·21	74·41	70·26	61·11
Összesen	99·99	99·63	100·46	100·27

Itt két B-szintet találunk, melyek közül a B₂-ben a felhalmozódás még erősebb, mint B₁-ben. A felső szintnek (A) kilúgzódása akként magyarázható, hogy a lehullott lomblevelek bomlása folytán képződött humusz-savak és az egyenletesen nedvesített feltalaj szénsavas vize a talaj bázisait és ásványi sóit lassan kilúgozza a mélyebb rétegekbe és a humuszsavak megkötésére nem marad elég bázis. Így a felső talajszintek savanyúvá és az abszorpciós komplexum telítetlenné válik. A telítet-

lenség mértéke a komplexum hidrogéntartalma. A talaj abszorpciós komplexumának (humusz-zeolit komplexum) összetételéről a 11. sz. táblázat tájékoztat.

XI. TÁBLÁZAT.

Szint	T	Al ^{0/0}	Ca ^{0/0}	Mg ^{0/0}	Na ^{0/0}	K ^{0/0}	H ^{0/0}	S	V
a kicserélhető bázisok T százalékában									
A ...	34·62	2·60	13·30	18·10	1·85	6·35	57·80	14·62	42·2
B ₁ ...	43·23	2·03	20·32	15·23	3·62	6·20	52·60	16·23	47·4
B ₂ ...	36·16	1·43	29·50	9·68	3·79	7·00	48·60	18·56	51·4
C ...	32·90	0·00	49·60	9·74	5·10	6·36	29·20	23·30	70·8

Azt látjuk ebből, hogy az abszorbeált hidrogén felfelé haladva növekszik, a Ca-kation csökken. Ez arra vezethető vissza, hogy a savanyú közegben elsősorban a Ca-kationt (a meszet) lúgozza ki a talajnedvesség. A hidrogén felszaporodása okozza azután a talaj savanyú reakcióját. A 12. sz. táblázat tartalmazza az idevonatkozó értékeket.

XII. TÁBLÁZAT.

	pH chinhydron elektroddal mérve		Titrációs aciditás Daikuhara-Kappen szerint	
	H ₂ O-ban	n. KCl-ben	n. KCl-al	n. Na-acetattal
A szint... ..	5·9	4·3	10·5	20·9
B ₁ «	5·8	4·7	1·5	8·3
B ₂ «	6·7	4·4	0·8	5·3
C «	8·1	7·5	0·15	0·6

Kiviláglik ezekből, hogy a felsőbb szintek sokkal savanyúbbak, mint a mélyebb szintek, ami az abszorpciós komplexum hidrogéntartalmával áll összefüggésben.

A 10. sz. táblázatból azonban az is kitűnik, hogy a savanyú közegben való kilúgzást nemcsak az jellemzi,

hogy a CaO , MgO és CO_2 , vagyis az alkaliföldfémkarbonátok az A_1 - és B_2 -szintekben az eredeti kőzethez (C-szint) képest megapadtak, de az A -szintből tekintélyes mennyiségű Fe_2O_3 és Al_2O_3 mosatott a B_1 - és B_2 -szintekbe. Ez részint kémiai, részint fizikai kilúgzás eredménye és ebben lényegesen eltér a savanyú közegben képződött talajok kémiai összetétele a neutrális közegben képződött, fent tárgyalt mezőségi talajokétól. A savanyú kilúgzásnak az is az eredménye, hogy a növényi tápanyagok mélyebbre mosatnak be és a talaj tevékenysége a savanyú reakció és a felső szintnek humuszszegénysége miatt gyengébb, mint a neutrális és televényes mezőségi talajokban. A savanyú agyagos talajok fizikai természete is rossz, mert a mészhiány az abszorpció komplexum magas hidrogéntartalmával párosulva a talajkolloidok diszpersióját engedi meg, ami ellen meszezéssel védekezhetünk.

C) Szikes talajok.

Ezek a talajnemek ellenkezőleg az ú. n. alkaliközegben való kilúgzás eredményei. Talajeredet és nedvességi viszonyok szempontjából a száraz régiók nedvesebb helyein található. Azt tapasztaljuk ugyanis, hogy a száraz, vagy szárazságra hajló éghajlatban csak ott képződnek alkali-talajok (szikesek), ahol valami okból adva van a lehetőség arra, hogy időnként a talajban túlbő nedvesség váltsa fel a száraz időszakokat. A kívánt talajéghajlat tehát: száraz időszakok váltakozása túlbő nedvességgel. Ezt nálunk egyrészt az altalajban előforduló vizet át nem eresztő agyag, ill. a homokok alatt található mészkőpad és az a körülmény idézte elő, hogy Alföldünk medencéjében a multban és jelenben is lefolyás nélküli árterületek voltak és vannak, melyeken a víz a tavaszi, ritkábban őszi áradások alkalmával felszaporodik, a talajsókat feloldja, a következő száraz időszakban a talajsók (nagyrészt

nátriumsók) a felszínre kerülnek és azon vagy kivirágoznak, vagy lényegesen átalakítják az abszorpciós komplexum összetételét.

Ha mesterséges úton calcium-zeolitot készítünk, ez szemcsés szerkezetű fehér üledéket alkot, melyen a víz gyorsan átszűrődik. Ha azonban ezt tömény konyhasóoldattal ismételten átmossuk, ez átalakul nátriumzeolittá, kocsonyásan szétfolyik és a vizet nehezen vagy egyáltalán nem eresztí át. Ugyanezt a jelenséget tapasztaljuk, ha nem-szikés talajon ismételten tömény konyhasóoldatot szűrünk át és azután a fölös só t kimossuk. Az eredeti nem-szikés talaj úgy viselkedik a vízzel, mint a nátriumzeolit: szétfolyik, nem eresztí át a vizet és kiszáradva kőkemény lesz. Ez a szik és ilyen módon keletkezik az igazi sziktalaj is. Az azután már csak részletkérdés, hogy miféle nátriumsó hatott a talajra. Mert vannak esetek, ahol a konyhasó (NaCl) helyett glaubersó (Na_2SO_4) vagy szóda (Na_2CO_3 és NaHCO_3) fejtették ki a talaj szikeseződését (alkalinizálódását). Minthogy ez a szikesezési folyamat nem egyszerre, hanem fokozatosan következik be és a talaj abszorpciós (ú. n. humusz-zeolit) komplexumának fokozatos és mélyreható átalakulásával jár, érthető, hogy a természetben előforduló szikések nagyon különbözők lehetnek, aszerint, hogy a szikesezési folyamat melyik fázisába jutottak. Általában a szikesezési folyamatok négy fázisát lehet megkülönböztetni:

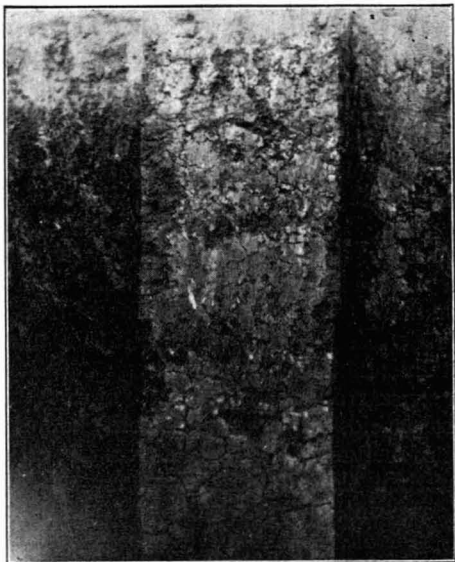
1. A vízben oldható nátriumsók felszaporodása a talajban a kezdeti állapot, amely csak abban tér el a nem-sós talajtól, hogy a talaj alapanyagát átítatják a nátriumsók.

2. A nátriumsók hatására a humusz-zeolit-komplexum kémiaiilag átalakul olyan értelemben, hogy miként a calciumzeolittól fenti példa szerint nátriumzeolit lesz, a rendes talajból nátriummal többé-kevésbé telített talaj, vagyis sziktalaj válik.

3. Az időszakos vízállások vagy mesterséges öntözés a

nátriumsókat kimossa, vagy a mélyebb szintekbe lúgozza, de visszamarad a nátriummal részben vagy egészben telített humusz-zeolit-komplexum. Ezek adják a sószegény és rendszeren mészszegény kötött szikeket vagy sziktalajokat.

4. Végre, ha a sók kilúgzása után még tovább hat a túlbő



7. ábra.

Szerkezettel bíró sziktalaj szelvénye Tiszaróffról, Dr. Arany S. felvétele.

nedvesség, akkor a víz a nátriumzeolitokat megbontja és részben savanyú talaj keletkezik, mert a nátriumot hidrogén cseréli ki. Ezek a degradált alkalitalajok, melyek sok tekintetben átmenetet képeznek a savanyú talajokhoz. Ilyenek a termőszikeink között nagyon elterjedtek.

Nem foglalkozhatom részletesebben szikeseink külön-

böző változataival, melyeket a hazai szikésekről írt monografiámban rendszeresen ismertettem.¹ Itt példaképen csak egy hortobágyi sziketalaj-szelvényt ismertetek (lásd a 7. sz. ábrát). A vizsgált talajszelvény igazi szerkezettel bíró sóstalajnak felel meg. A felső A-szint kérges, egérszürke tömődött réteget alkot. Ez alatt a B₁ mint szilopos szerkezetű, repedéseket árul el, mely lefelé haladva

XIII. TÁBLÁZAT.

Szint	A	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃	D
	0/0 100 gr száraz talajra számítva							
Na ₂ O ...	0.90	2.32	3.00	1.96	0.78	0.81	0.67	0.89
K ₂ O ...	0.36	0.43	0.55	0.70	0.27	0.29	0.26	0.29
CaO ...	0.63	0.77	1.09	0.69	10.26	16.00	14.53	14.4
MgO ...	0.27	0.70	0.67	1.65	1.42	0.23	0.24	0.31
MnO ...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.02	0.98	1.04	0.78
Al ₂ O ₃ ...	3.60	5.77	8.15	8.33	6.65	6.63	8.95	8.25
Fe ₂ O ₃ ...	0.57	3.32	6.81	7.00	4.14	3.60	4.63	4.50
SO ₃ ...	0.18	0.26	0.58	0.46	0.01	0.23	0.27	0.17
P ₂ O ₅ ...	0.21	0.13	0.12	0.20	0.15	0.07	0.05	0.04
CO ₂ ...	0.00	0.00	0.00	0.00	7.20	11.55	10.62	10.45
SiO ₂ cc. HCl és 5%-os KOH-ban oldható Izzítási veszteség	5.83	10.88	20.75	21.20	12.94	12.75	13.50	13.36
Oldhatatlan maradék ...	10.90	2.02	2.24	2.25	1.96	1.46	1.61	2.15
Összesen	76.50	73.75	55.75	55.15	54.80	46.00	44.00	44.95
	99.95	100.35	99.71	99.59	100.60	100.60	100.37	100.59

¹ Dr. 'Sigmond Elek: A hazai szikések és megjavítási módjaik. 1923. Budapest. A Magyar Tud. Akadémia kiadása.

B₂- és B₃-szintben poliederesen széthulló talajrészecskékre esik szét. Ez alatt a sárga márgás rétegek következnek 3 szinttel. Ezeknek kémiai összetételét tünteti fel a 13. sz. táblázat.

Kitűnik ebből, hogy az alkalikilúgzás sok tekintetben hasonlít a savanyú kilúgzáshoz, mert ez esetben is nemcsak az alkali-földfémkarbonátok (CaCO₃ és MgCO₃), de a Fe₂O₃ és Al₂O₃ is a felső szintből a mélyebb szintekbe lúgoztatnak.

Eltér azonban lényegesen abban, hogy a felső szintekben az alkaliák, különösen a nátrium, erősen felhalmozódik és az ú. n. oldható kovásv (SiO₂) mozgékonyvá válik és a mélyebb szintekbe (B₂-, B₃-szint) vitetik. Ez abban leli magyarázatát, hogy az abszorpciós komplexumban a 14. táblázat tanúsága szerint a Ca-kationt a Na-kation nagymértékben kiszorította.

XIV. TÁBLÁZAT.

	100 gr talajban kicserélhető bázisok mg. egyenértékben				
	Ca	Mg	K	Na	S összesen
A szint	6.2	5.5	1.2	7.7	20.6
B ₁ «	9.6	6.2	1.0	14.6	31.4
B ₂ «	10.3	7.3	0.9	23.8	42.3
B ₃ «	9.9	9.5	1.0	20.5	40.9
C ₁ «	14.4	8.8	1.8	14.6	39.6
C ₂ «	15.5	8.6	2.9	12.4	39.1
C ₃ «	16.1	8.0	2.4	14.0	40.5
D «	15.9	8.4	2.0	12.8	39.1

Legerősebben érvényesült ez a B₂-szintben, ettől lefelé pedig egyre csökken az abszorbeált nátrium. Ez a jelenség a szikes talajokat minden más talajtól megkülönbözteti. Mert a nátrium-kation sem a savanyú, sem a neutrális talajok abszorpciós komplexumában nem játszik érdem-

leges szerepet, mert mennyisége oly kevés, hogy nem követünk el semmi hibát, ha egyszerűen figyelmen kívül hagyjuk. A szikes talajokban ellenkezőleg a nátrium-kation erősen felszaporodhat. Kaliforniában találtak szikeseket, melyekben az abszorpciós komplexumban csak alkali-kationok (Na és K) foglaltatnak és semmi Ca- vagy Mg-kation nincs. Nálunk a legmagasabb szikesedési mérték 65%-ra emelkedett az eddigi vizsgálatok alapján. Ez valószínűleg azért van, mert nálunk nem olyan száraz a klíma, mint Kaliforniában.

A vizsgált hortobágyi talaj azonban már részben a víz hidrolizáló hatása következtében veszített eredeti alkalinitásából, amit a 15. táblázat adatai igazolnak.

XV. TÁBLÁZAT.

Szint	T.	Ca ^{0/0}	Mg ^{0/0}	Na ^{0/0}	K ^{0/0}	H ^{0/0}	S	V
a kicserélhető bázisok T százalékában								
A	36.8	16.8	15.0	20.9	3.2	44.1	20.6	55.9
B ₁	36.8	26.1	16.8	39.7	2.7	14.7	31.4	85.3
B ₂	47.4	21.8	15.5	50.2	1.9	10.6	42.3	89.4
B ₃	45.8	21.6	20.7	44.6	2.1	11.0	40.9	89.0
C ₁	44.4	32.4	19.8	32.9	4.1	10.8	39.6	89.2
C ₂	43.8	34.6	19.6	28.4	6.6	10.8	39.1	89.2
C ₃	45.0	35.8	17.8	31.0	5.4	10.0	40.5	90.0
D	45.6	34.9	18.4	28.1	4.4	14.2	39.1	85.8

Ez az abszorpciós komplexum (T-komplexum) hidrogénjét is feltünteti és rámutat arra, hogy különösen a felső A-szint meglehetősen sok hidrogént tartalmaz, vagyis telítetlen és ez a magyarázata annak, hogy az A-szint határozottan savanyú, a B₁-szint már csak gyengén savanyú, lefelé haladva pedig a savanyúság eltűnik és C₁-szintnél már határozottan lúgos reakcióba megy át. A talajreakcióra vonatkozó értékszámokat a 16. táblázat tartalmazza.

XVI. TÁBLÁZAT.

Szint	pH chinhydron elektroddal mérve		Titrációs aciditás Daikuhara-Kappen szerint		Abszorbeált H, mg. e. 100 g. talajban
	H ₂ O-ban	n. KCl-ben	n. KCl-al	n. NaC ₂ H ₃ O ₂ -al	
A	5·8	4·4	2·2	21·7	16·2
B ₁	6·5	6·3	1·5	2·2	5·4
B ₂	7·4	7·12	0·1	0·5	5·1
B ₃	7·6	7·21	0·1	0·3	4·9
C ₁	8·5	7·88	0·15	0·15	4·8
C ₂	8·7	7·16	0·1	0·2	4·7
C ₃	8·9	7·79	0·15	0·15	4·5
D	8·9	7·42	0·17	0·2	6·5

Gyakorlati szempontból a szikesek javításának megítélése szempontjából az első kérdés az, hogy karbonatos (meszes) vagy karbonatmentes (mészmentes) szikkel van-e dolgunk. Mert utóbbiakat igen jól lehet mészsizappal vagy mészkölsizttel megjavítani, amely eljárás a karbonatos szikeken nem használható. Ezek esetében valamiféle savanyító eljárást, pl. kénsavat, vagy savanyú hatású sókat, pl. gipszet, vas-, ill. alumíniumszulfátot használhatunk. Ezeknek ma még az a bajuk, hogy igen drágák s így olcsóbb javítószer után kutatunk. A mésszel való szikjavítás ellenben már gyakorlatilag is bevált és rövidesen többezer kat. holdat fog az állam megjavítani. A földművelési minisztérium kebelében 1925-ben létesült Központi Talajjavító Bizottság kezdeményezésére a jelenlegi országhatárok közt előforduló szikeseket térképezték és megállapítást nyert, hogy összesen 1,300.000 kat. hold a szikes terület és kb. 800.000 kat. hold a mészmentes szik. Ebből remélhetőleg rövid pár év alatt 500.000 kat. holdat a most megindított meszezési akcióval megjavítunk; ami évente átlagosan 4 q búzatöbbltet jelent, vagyis összesen 2 millió q búzatöbbltet. Ezt nem te-

XVII. TÁBLÁZAT.

		Összes só 0/0	Na ₂ CO ₃ 0/0
I. osztály	I/I	0.00—0.10	0.00—0.05
IIA.	II/I	0.10—0.25	0.00—0.05
	I/II	0.00—0.10	0.05—0.10
IIB.	II/II	0.10—0.25	0.05—0.10
	III/I	0.25—0.50	0.00—0.05
IIIA.	III/II	0.25—0.50	0.05—0.10
	II/III	0.10—0.25	0.10—0.20
IIIB.	III/III	0.25—0.50	0.10—0.20
	IV/II	0.50 fölött	0.05—0.10
IVA.	IV/III	0.50 fölött	0.10—0.20
	III/IV	0.25—0.50	0.20 fölött
IVB.	IV/IV	0.50 fölött	0.20 fölött

Hasznosítási mód.

- I. osztályú növényzet öntözéssel vagy CaCO₃, illetőleg CaSO₄-el javítható.
- IIA. osztályú növényzet könnyen megjavítható öntözéssel.
- IIB. osztályú növényzet öntözéssel hosszabb idő múlva megjavítható.
- IIIA. osztályú növényzet öntözéssel megjavítható, de ez nagyon sok időt vesz igénybe.
- IIIB. osztályú növényzet öntözéssel nem javítható, halastó létesítésére alkalmas.
- IV. osztály csak halastógazdasággal hasznosítható.

kintve, a többi szikesek is megjavíthatók, pl. öntözéssel, halastólétesítéssel, skatulyázással és remélhetőleg rövid idő alatt találunk olyan savanyú hatású anyagot is, mely elég olcsó lesz, hogy a karbonátos — nagyrészt szódás —

szikeseket is jövedelmezően megjavíthassuk. Ez esetben azonban nemcsak az alkalinitás, de a sótartalom is számottevő szerepet játszik. Ezért a szikesek minősítésében az összes sótartalom és szódataralom nevezetes szerepet játszanak. Ennek a gyakorlati osztályozásnak jelentősége a 17. táblázatból tűnik ki.

Ebből látni, hogy a sótartalomból megítélhetjük azt, hogy a megfelelő helyen minő javítási módot alkalmazunk.

2. A talajvizsgálat és gyakorlati vonatkozásai.

A talaj vizsgálata többféle szempontból történhet. Jelen esetben azonban csak azokkal a talajvizsgálatokkal foglalkozom, melyek a növénytermelés és trágyázás szempontjából gyakorlatilag is fontosak.

A talajvizsgálatoknak gyakorlati alkalmazása szempontjából a talajszakértőnek elsősorban tudnia kell azt, hogy a gazda mire használja vagy akarja használni a talaját és minő gyakorlati tapasztalatai vannak e tekintetben. Mert éppen a talajvizsgálatok sokoldalúsága miatt csak akkor lehet megítélni, hogy miféle vizsgálatokra van szükség, ha a célnak megfelelőleg lehetőleg tökéletesen ismeri a gazdaság termelési viszonyait. A talaj maga nagyon komplikált vizsgálati anyag s így *ha előre meg nem állapítjuk a vizsgálat közelebbi célját, akkor könnyen előfordulhat az, hogy felesleges és költséges vizsgálatokat végeztünk*, mely hiábavaló kiadást okoz, viszont elmulasztunk olyan vizsgálatokat, melyek éppen a megkívánt irányban nélkülözhetetlenek. Ezért a *talajvizsgálat célját* kell elsősorban szabatosan meghatározni. Gyakorlati tapasztalataimból tudom, hogy igen sok esetben a gazda beküld egy vagy két talajmintát és ennek vizsgálatához mindenféle kérdéseket fűz, melyek között igen sok van, ami nem is oldható meg, de ez a kisebb baj. A nagy hiba ott kezdődik, hogy a vizsgálat mindenkor csak a beküldött talajmin-

tára szorítkozhat és ha a mintavétel módja nem volt megfelelő, az egész vizsgálat értéke bizonytalanná, esetleg teljesen értéktelenné válik. Voltak olyan esetek is, midőn a talajmintát csak azzal küldték meg, hogy vizsgáljuk meg, de semmi tájékozódást sem kaptunk a tekintetben, hogy mit akar vagy vél a gazda a vizsgálatból megtudni. Már pedig ezt még sokkal egyszerűbb összetételű anyagok vizsgálatánál is szükséges tudni, annál inkább a talajminták esetében. Ez a tájékozatlanság vagy szakszerűtlenség talán sok esetben arra vezethető vissza, hogy a gazda egy-maga nem is tudja megmondani, hogy mit kívánjon a talajvizsgálattól. Ezért az volna a legcélszerűbb, ha a gazda, mielőtt mintát vesz, előbb a vizsgáló-állomásnak levélben leírná a gazdaság helyzetét, nevezetesen azt, hogy mit szeretne megtudni, és milyen gyakorlati megfigyelések vagy gyakorlati szempontok indokolják a talajvizsgálatot. Ez esetben pl. a vezetésem alatt álló *M. Kir. Orsz. Chémiai Intézet és Központi Vegyikísérleti Állomás* (Budapest, II., Keleti Károly-u. 24.) rendszeren megadja a mintavételi utasítást és arról is tájékoztatja a gazdát, hogy mit várhat az elemzéstől és mibe kerülhet az elemzés. Előfordulnak olyan esetek is, midőn a helyszíni vizsgálat és mintavételezés az indokolt és egyedül célravezető. Mert a talaj olyan beteg, amely nem keresheti fel az orvost, hanem az orvosnak kell a beteget felkeresni és a helyszínen megvizsgálni. Különösen áll ez, ha szikesek megjavításáról, vagy általában beteg, pl. túlnedves vagy túlszáraz talajok javításáról vagy telkesítési műveletekről van szó, amely esetekben nehéz a helyi talajviszonyok ismerete híján a laboratóriumból vagy íróasztal mellől a mintavételezésre minden tekintetben megfelelő utasítást adni, sőt a mintavétel helyének megválasztása is külön szakértelmet és jártasságot igényel. Ilyen esetekben szoktuk azt tanácsolni, hogy a szakértő a helyszínére kiszálljon, ami kétségtelenül nagyobb költséget okoz; de az

ilyen nagyobb kiadással járó talajjavítási művelet már üzemgazdasági szempontból is meghálálja a reáfordított nagy költséget, mert az egész talajjavítási művelet eredménye nem egy évre, hanem huzamos időre vagy végleges átalakulásra vezet.

A) A talajreakció és ennek gyakorlati jelentősége.

Már az előzőekben láttuk, hogy milyen döntő szerep jut a talajtípusok kialakulásában a talajoldat reakciójának, mely az adott körülmények közt uralomra jutott. A mezőszégi talajok neutrális, az erdőtalajok savanyú, a szikesek pedig alkalikus közegben jöttek létre és ennek kémiai és fizikai ismérveit magukon viselik. Ezért már a talajtípus meghatározása szempontjából igen fontos a talaj reakcióviszonyainak vizsgálata és megállapítása. Mint-hogy pedig a talaj típusának megismerése, miként láttuk, gyakorlati szempontból is elsőrendű fontosságú, mert ez adja meg a talaj legjobb hasznosítási lehetőségeinek irányát, a talaj reakciójának felismerése már ebből a szempontból is hasznos és minden esetben ez volna az első tudnivaló, amit a talajvizsgálattal meg kellene állapítani.

Ámde a talaj reakciójának ismeretéből még más, közvetlen gyakorlati vonatkozású következtetésekhez is juthatunk. Nevezetesen pedig a különféle gazdasági növények optimális fejlődéséhez bizonyos talajreakció-határok szükségesek. Ha már most a talaj tényleges reakciója nem esik az optimális határok közé, akkor két mód között választhatunk: vagy a termelendő növényt választjuk meg akként, hogy az adott reakció-állapot neki megfelelően, vagy a talaj reakcióját változtatjuk meg mesterségesen olyan irányban, hogy az a termelni kívánt növényeknek optimális közeget biztosítson.

A talaj reakciójának már régebben is jelentőséget tulajdonítottak és a talaj reakcióját lakmuszpapírral vizs-

gálták. Ez a módszer azonban nem elég érzékeny, sőt ha külön megfelelő lakmuspapírral nem rendelkezünk, akkor még megtévesztő is lehet. Hasonló célzattal a talaj szénsavas mésztartalmát is szokták híg savakkal vizsgálni és a gyengébb vagy erősebb pezsgésből kisebb-nagyobb mésztartalomra, vagy pezsgés hiánya esetén teljes mészhányra következtetnek. Tagadhatatlan, hogy a hígított (kb. 10%-os) sósavval (HCl) való talajvizsgálat, különösen a helyszínén és a talajszelvényen magán végrehajtva igen tanulságos, mert felvilágosítást nyújt a talaj szénsavas mésztartalmának (CaCO_3) esetleges eloszlásáról és mennyiségének hozzávetőleges becsléséről. Mert ha pl. a talajrögöcskét hígított sósavval lecsöppentve csak gyenge pezsgést tapasztalunk, akkor ez kevés szénsavas mésztartalomra enged következtetni, míg ha a pezsgés erősebb, akkor több a szénsavas mész és így arra is következtethetünk, hogy a gazdasági táblák közül melyek a meszesebbek és melyek a kevésbé meszesek. A talajszelvényen végigcsepegtetve a hígított sósavat, azt is megállapíthatjuk, hogy a különböző talajszinteken lefelé haladva, melyik irányban szaporodik, illetve fogy a talaj szénsavas mésztartalma.

A hígított sósavval előidézett pezsgésből azt is megítélhetjük, hogy a szénsavas mész egyes kisebb vagy nagyobb gócpontokban vagy egyenletesen elosztva fordul elő a talajban. Ez szintén lényeges a talajmész aktivitása szempontjából. Mert ha pl. csak egyes gócpontokra szorítkozik a pezsgés, akkor a szénsavas mész kisebb-nagyobb konkreciókban fordul elő, melyek hatása sokkal alárendeltebb a talajra, mintha ellenkezőleg a pezsgés egyenletes az egész rögöcske felületén, jelezvén ezzel a mésznek finom eloszlását a talajban.

Ámde ha van is szénsavas mész a talajban, az még nem bizonyítja, hogy az elegendő, viszont ha a pezsgés teljesen kimarad s így a talaj szénsavas meszet egyáltalán

nem tartalmaz, az még nem bizonyítja azt, hogy a talaj meszezésre szorul. Mert pl. vannak fekete mezősegi talajok, melyek szénsavasmeszet egyáltalán nem tartalmaznak, mégis meszezésre nincs szükség. Megfordítva, vannak olyan talajok, melyek több-kevesebb szénsavasmész-tartalom ellenére is meszezésre szorulnak, különösen akkor, ha a szénsavasmész egyes konkreciókra szorítkozik, tehát nincs a talajban egyenletesen elosztva. Ezért ezek a fentemlített vizsgálatok lakmusszal, illetőleg higított sósavval előzetes tájékoztatásra jók, de nem kielégítők.

Ma a talajok reakciójának mérésére a talaj pH-értékét használják, amely értékszám már annyira tért hódított még gazdakörökben is, hogy szükséges ennek mibenlétét közelebbről megvilágítani. Azt ma már a legtöbb intelligens ember tudja, hogy a tiszta víz kémiai összetétele H_2O , ami azt jelenti, hogy a víz molekuláiban két atom hidrogénre (H_2), egy atom oxigén (O) van kémiaiilag egyesült állapotban. Ámde ha a vizen egyenáramú elektromos áramot vezetünk át, azt tapasztaljuk, hogy az áramkör pozitív sarkán, az ú. n. *katodon* (OH)-gyök, a negatív sarkon az ú. n. *anodon* pedig H koncentrálődik. Ilyen módon sikerül pl. electrolysis útján vízből hidrogéngázt előállítani. Az elektromos áram tehát a vízmolekulákat megbontja, mely folyamatot *elektromos disszociációnak* nevezünk. A H azért vándorol a negatív sarokhoz, mert pozitív elektromos töltésű, megfordítva a hidroxylgyök (OH) negatív elektromos töltésű és ezért a pozitív sarokhoz vándorol. A szabad elektromos töltéssel bíró atomokat vagy atomcsoportokat (gyököket) *ionoknak*, még pedig a pozitív töltésűeket *kationoknak*, a negatív-töltésűeket *anionoknak* nevezünk. Ilyen megvilágításban tehát a vízmolekulák kémiai szerkezete úgy képzelhető, hogy azok H és OH-ionok egyesüléséből állanak, amikor is a H-ionok pozitív elektromos töltését leköti a

(OH)-ionok negatív töltése. A víz (H_2O) molekula tehát szerkezetileg nem 2 atom hidrogénre és 1 atom oxigénre bontható fel, hanem 1 hidrogén ionra és 1 hidroxyl-ionra (OH), melyet következő egyenlet fejezhet ki



ahol a + jel pozitív elektromos töltést, a — jel pedig negatív töltést jelent. A tiszta desztillált vízben csak nagyon kevés a szabad hidrogén- és hidroxyl-ion, még pedig a fenti egyenlet értelmében a szabad hidrogén-ionok száma meg kell egyezzen a szabad hidroxyl-ionokéval. Megállapították, hogy a tiszta víz 1 literében 0.000.000.085 g hidrogén-ion van, amely parányi értéket matematikailag következőleg fejeznek ki: 0.85×10^{-7} , a mi matematikailag kifejtve $= 10^{-7.07}$. Ez fejezi ki a víz hidrogén-ion-koncentrációját. Sørensen S. P. L. dán chemikus javaslatára elfogadták ma már általánosan, hogy a hidrogén-ionok koncentrációjának kitevőjét (exponenset), ami jelen esetben az előjeltől eltekintve 7.07, egyszerűen minden esetben pH-nak nevezzük, tehát a víz esetében a hidrogén-ionkoncentráció $10^{-7.02} = 10^{-pH}$, vagyis ebből következik, hogy a víz esetében

$$pH = 7.07.$$

Ugyanígy levezethető ez a hidroxyl-ionokra is, amelyek koncentrációja víz esetében a fenti egyenlet szerint ugyanaz, tehát

$$p(OH) = 7.07,$$

Ha tehát a víz esetében a pH-értékét a p(OH)-értékkel összeadjuk, akkor következő eredményhez jutunk:

$$pH + p(OH) = 7.07 + 7.07 = 14.14.$$

Ez az összeg azért fontos, mert minden vizes oldatban a $pH + p(OH) = 14.14$. Ha tehát a pH-érték növekszik, ugyanolyan mértékben csökkenni fog a p(OH) és megfordítva a pH csökkenésével arányosan növekszik a

p(OH). Ezért, ha a vizes oldatok pH-értékét ismerjük, azoknak p(OH)-értéke könnyen kiszámítható, vagyis adottnak tekinthető. Gyakorlati szempontból kielégítő, ha a pH és p(OH) értékek összegét — 14:14 helyett — kereken 14-nek fogadjuk el és így a neutrális víznek pH-értéke, illetőleg p(OH)-érték 7, amit így fejezünk ki:

$$\text{pH} = 7 \text{ illetőleg } \text{p(OH)} = 7.$$

A savak vizes oldatait az jellemzi, hogy azok hidrogén-ionkoncentrációja nagyobb, mint a vízé, következésképpen pH-értékük kisebb a 7-nél. A lúgos oldatok hidrogénionkoncentrációja viszont kisebb, mint a vízé, következésképpen pH-értékük 7-nél nagyobb. A neutrális vízhez viszonyítva tehát minden vizes oldat, melynek pH-értéke 7-nél kisebb, az savanyú, még pedig annál savanyúbb, minél kisebb a pH; minden vizes oldat pedig, melynek pH-értéke 7-nél nagyobb, az lúgos, még pedig annál lúgosabb, minél nagyobb a pH-ja. *Igy a pH-val számszerűleg kifejezhetjük az oldatok, illetőleg jelen esetben a talaj reakciójának mértékét* (savanyúságát, neutrális voltát, illetőleg lúgosságát) és ezért újabban a talajok pH-értékét a talajok *reakciószerkezetének* nevezik.

Wiegner, zürichi műegyetemi tanár a talajok reakciószerkezetét következő fokozatok szerint jelöli¹:

Nagyon erősen savanyú ...	pH = 3	
Erősen savanyú	pH = 4	
Savanyú	pH = 5	
Gyengén savanyú... ..	pH = 6	
Neutrális... ..	pH = 7	
Gyengén lúgos... ..	pH = 8	vagy p(OH)=6
Lúgos... ..	pH = 9	" p(OH)=5
Erősen lúgos	pH = 10	" p(OH)=4
Nagyon erősen lúgos... ..	pH = 11	" p(OH)=3

¹ Lásd Wiegner: Anleitung zum quantitativen agrarkultur-chemischen Praktikum. Berlin. 1926. 151. l.

A gyakorlati életben ezek a fokozatok változni fognak a szerint, hogy az adott viszonyok között a talajok viselkedése a növényzethez és éghajlati viszonyokhoz képest miként alakul ki. Így *Wiegner* megemlíti könyvében, hogy a svájci mezőgazdasági kísérleti állomások a svájci viszonyoknak megfelelőleg más jelölésekben állapodtak meg. Így pl. az ő viszonyaik közt a $\text{pH} = 4.6$ már nagyon erősen savanyú talajnak, a $\text{pH} = 7.9$ pedig nagyon erősen lúgosnak jelölhető, valószínűleg azért, mivel az ő viszonyaik között a pH csak ezek között a szélső határok között mozog. Már nálunk nem ritka a 9-en felüli pH , a pH alsó határa pedig még elegendő adat híján meg nem állapítható.

Arra nézve, hogy a pH értéke a különböző államokban miként változik, *Wiegner* szintén igen érdekes adatokat állított össze fent idézett könyvében. Ezek közül csak néhány jellemző adatot kívánok megemlíteni:

	$\text{pH} = 6$ alatt	$\text{pH} = 6-7$	$\text{pH} = 7$ felett
500 finn talaj közül			
<i>Brenner W.</i> szerint ...	70%	29%	1%
5000 svéd talaj közül			
<i>Arrhenius O.</i> szerint ...	18%	56%	26%
5000 dán talaj közül			
<i>Christensen H. R.</i> szerint	16%	74%	10%
479 olasz talaj közül			
<i>Arrhenius O.</i> szerint ...	26%	26%	48%
56 egyiptomi talaj közül			
<i>Arrhenius O.</i> szerint ...	0	0	100%

Látni való ezekből, hogy a vizsgált finn talajok közt legtöbb a savanyú, a dán és svéd talajok zöme gyengén savanyú vagy neutrális, már az olasz talajok fele alkálikus, végre az egyiptomiak mind alkalikusak. Ezekhez képest az egyes országokban a fokozatokat különbözőképpen kell megítélnünk.

Nálunk a csonka országban az eddigi tapasztalatok szerint igen sok talaj pH-ja esik 6—7 közé, a 6 alá eső reakciószám aránylagosan kevés, a 7 fölé eső pedig elég gyakori; ez a száraz és mérsékelt meleg éghajlattal függ össze, mely inkább a neutrális és alkalikus talajok képződésének kedvez, mint a savanyúaknak.

A talaj pH-értékének meghatározására ma már igen sokféle eljárást használnak. Ezeket három csoportba oszthatjuk, ú. m.:

1. tájékoztató próbák,
2. kolorimetriás meghatározások,
3. elektrometriás módszerek.

Az első két csoportba tartozók elve azon nyugszik, hogy bizonyos organikus festékek az oldat pH-értékéhez képest különböző színeket, illetőleg színárnyalatokat öltenek. Így pl. a gyakrabban használt indikátorok különböző színárnyalatai *Sørensen* és *Michaëlis* szerint következő:

pH	3	4	5	6	7	8	9	10
Methylorange...	vörös	narancs	sárga	—	—	—	—	—
Lakmusz	—	—	—	vörös	ibolya	kék	—	—
Phenolphthalein	—	—	—	—	—	színtelen	rózsaszínű	élénk-vörös

Kitűnik ebből, hogy a methylorange indikátorral aránylag csak erősen savanyú, a phenolphthaleinnel erősen lúgos oldatokat ismerhetünk fel. A gyengén savanyú, neutrális, vagy gyengén lúgos oldatok felismerésére a lakmusz felel meg. Ezért ha csak arról van szó, hogy savanyú, neutrális vagy lúgos az oldat, a lakmusz a legalkalmasabb. Ezért már régebb idő óta ezt használták a talajok reakciójának durva felismerésére. Ámde a kereskedésben kapott lakmusz nem elég tiszta (több rokon festék keveréke) és nem elég érzékeny. *Liechti P.* egy tisztított lakmuszkészítményt használ, mely *Azolitmin*

néven ismeretes. Az átmeneti szín a lakmusz esetében a vörösből a kékbe az ibolya, mely nem elég éles, hanem különböző színárnyalattal kapcsolatos. A tulajdonképeni átmenet $\text{pH} = 6.5$ -nél van, de a lakmusszal a neutrálisnak ítélt talajok pH -értéke $5.6-7.4$ között változhat. Ezért a lakmusz nem alkalmas a gyengén savanyu talajok pH -értékének pontos felismerésére. E helyett különböző tudósok különböző olyan festékeket állítottak össze, melyek színátmenetei élesebbek és ha a színskálát összeállítjuk, ehhez hasonlíthatjuk a talajoldatnak a megfelelő indikátorral adott színét és a színskálával összehasonlítva, megkapjuk a talajoldat pH -értékét.

Ilyen pl. a *Michaelis L.*-féle sorozat (Ionoskop), mely áll:

α	— Dinitrophenol	2.8—4.5	pH
γ	— Dinitrophenol... ..	4.0—5.5	«
p	— Nitrophenol	5.2—7.0	«
m	— Nitrophenol	6.8—8.4	«

Ezzel a sorozattal tehát $2.8-8.4$ pH -értékek határozhatók meg ± 0.1 pH pontossággal. *Michaelis* ionoskopja tartós színskálát foglal össze és egy egyszerű *Walpole*-féle kolorimeterrel a pH -érték gyorsan meghatározható.¹

Bjerrum az előbbiektől eltérően olyan festékeket választott ki, melyek esetében a festék és ionjai különböző színűek, így pl.:

	festék ionja	pH határ
Methylvörös	vörös sárga	4.4—6.0
Bromkresolpurpur ...	sárga sötétibolya	5.2—6.8
Bromthymolkék	sárga sötétkék	6.0—7.6

¹ A készülék és eljárás bővebb leírását *Wiegner* Anleit. z. quantit. agrikulturchem. Praktikum című könyvének 161—167. l. találjuk meg.

Nem részletezhetem mindezeket a kolorimetriás eljárásokat, csak azt kívánom leszögezni, hogy azok szakavatott kezekben jó szolgálatot tehetnek, de a gyakorlati gazda kezébe nem valók.

Újabban különféle, ú. n. *universal-indikátorokat* is állítanak össze. Ez több festék keveréke és a hozzáadott festett színskála segítségével a talajoldat pH-értéke *durva megközelítéssel* meghatározható. Ezek a helyszíni tájékoztató talajtani vagy phenológiai felvételekre igen alkalmasak, de szintén nem a gyakorlati gazdák kezébe valók, mert még ha jól is hajtja végre a vizsgálatot, a vizsgálat eredményét könnyen félremagyarázhatja.

A legszabatosabb értékeket természetesen az elektrometriás mérésekkel kapjuk. Ezek részletes ismertetése szintén meghaladja e könyv keretét. Használatuk kizárólag szakemberek kezébe való. Az elv azon nyugszik, hogy a talajelem és egy megfelelő hidrogénelem elektromos feszültsége közötti különbséget mérjük, amiből kiszámítjuk a talaj hidrogénionkoncentrációját, illetőleg pH-értékét. Kezdetben a tiszta H-elektrodokkal dolgoztak, ez nagyon hosszadalmas volt ; ma már a *Biilman*-féle eljárás a chinhydronelektróddal annyira egyszerű és gyors, hogy a II. nemzetközi talajtani bizottság 1926. évi goringeni értekezlete elhatározta hogy ahol csak lehet, a kolometriás módszerek helyett, mindig ezt alkalmazzuk.

Ámde a talaj reakciószámának, vagyis pH-értékének meghatározása egymagában még nem mindig elégséges a talaj savanyúságának a felismerésére. Mert a pH meghatározásokkal csak a talaj ú. n. *aktív-aciditását* határozzuk meg. Ha ez lényegesen, 6.5 pH alá száll, akkor kétségtelen, hogy savanyú talajjal van dolgunk, de ez esetben is a savanyúság mértékét és egyéb fontos körülményeit egyedül a reakciószámból még kellőleg nem ítéldhetjük meg és így azt sem mondhatjuk meg, mennyi mésztrágyára lehet szükség, hogy a talaj reakcióját például

7 pH-ra felvigyük. Ha pedig a talaj pH-ja 6.5 vagy ennél magasabb, akkor egyáltalán még az sem bizonyos, hogy a meszezés indokolt-e vagy sem.

Ilyen esetekben még egyéb vizsgálatok is szükségesek, hogy a talaj *aciditás*-viszonyairól, illetőleg *mészszükségletéről* megfelelő tájékozódást szerezzünk. Ezeket a követendő eljárásokat adott esetekben a szakembernek magának kell a szükséghez mérten megállapítania, hogy melyik vizsgálatokra van még szüksége. Tájékozásul megemlíthetem, hogy e tekintetben még a következő meghatározások jöhetnek figyelembe :

1. a KCl-os pH-meghatározás,
 2. Azotobacter-próba mészhiányra.
 3. a hidrolitos aciditás
 4. a kicserélődési aci-
ditás
 5. a kiegyenlítődési vagy puffer-
görbe meghatározása
 6. a talaj telítettségi fokának meg-
határozása
- ú. n. titrálási aciditások a talaj
«*rejtett*», vagy «*latens*» aciditá-
sának meghatározása,
- a mészszükséglet
megállapítása
céljából.

Természetesen nagyon költséges és hosszadalmas volna, ha valamennyi talajmintán a fent felsorolt vizsgálatok mindenikét végrehajtanók. Mert például a puffer-görbe, illetőleg a telítettségi fok meghatározása egymagában sok időt és fáradságot igénylő vizsgálati eljárást igényel. Hozzájön még az is, hogy a talajaciditás viszonyai a talajtáblákon és a különböző mélységekben igen különböző lehet, itt tehát átlagmintákkal nem érhetjük el a kívánt célt, hanem több különböző helyen kell a táblát különböző mélységekben megmintáznunk. Ezért célszerű, ha a birtok nagysága megkívánja és a gazdaság tőkeereje megbírja, hogy a szakember a helyszínén kiszálljon és a fentemlített kolorimetriás eljárásokkal általánosan tájékozódjék, hogy a gazdaság különböző helyein

az *aktív* aciditás miként változik. Mert ez esetben ki tudja választani azokat a helyeket, melyeken az aktív-aciditás lényegesen eltérő és csak ezeket a különböző aciditású helyeket mintázza meg a behatóbb laboratóriumi vizsgálat céljából. Ha azonban a gazda maga jól ismeri földjét és annak különmemű viselkedését, akkor a megfelelő mintavételezési eljárás betanulásával maga is megmintáztathatja ezeket a különmemű helyeket és a vett talajmintákat, kellő leírással és jelzéssel a vizsgáló laboratóriumnak beküldheti. Vannak országok Európában, hol egyes kerületek pH-viszonyait térképezték, ami nagy mértékben elősegíti a szakember és a gazda ezirányú tájékozódását. Ilyen esetekben ugyanis már előre tájékozódhatunk, hogy a talaj reakciószáma tekintetében a szóban forgó gazdasági terület melyik aciditási osztályba tartozik és ha ismerjük még azt is, hogy az illető vidéken a különböző aciditási osztályoknak minő mészsükséglet felel meg, nagy mértékben csökkenthetjük a végrehajtandó vizsgálatok számát. Ilyen felvételekre nálunk is szükség volna, melyet akár az állami, akár a kamarai laboratóriumok végezhetnének el.

A talaj aciditási viszonyainak és mészsükségletének meghatározására szolgáló mintavételezés az *Orsz. m. kir. Chémiai Intézet és Közp. Vegyvizsgálati Állomás* (Budapest, II. ker., Keleti Károly-utca 24.) előírása értelmében például következő módon ejtendő meg:

A talajok *aciditási* (reakció) viszonyai és ezzel kapcsolatban mészállapota *helyenként változó*, ezért átlagminta vétele itt nem nyújt kellő tájékozódást a talaj reakcióviszonyairól. Ellenkezőleg egy-egy vetési tábla vagy dülő külsőleg felismerhető különböző minőségű helyeiről külön-külön mintákat kell vennünk. Útmutatásul szolgálhat erre nézve úgy a kultúrnövényzet, mint a gyomnövények. A talaj savanyúsága iránt különösen érzékenyek a lucerna, bíborhere, borsó, bokorbab, lóhere, búza, répa

és árpa. Ha tehát ezekben a vetésekben különböző helyeken rendszeresen foltok mutatkoznak, ezeknek a megmintázása különösen indokolt.

A minták a kiválasztott helyeken több mélységből veendők. Rendszeren elegendő két mélységből venni a mintákat és pedig a felszíntől számítva 15 cm (ezt 0—15 cm jelzéssel látjuk el) és alatta 15—30 cm mélységig (15—30 cm jelzéssel). Mindkét mélységből külön mintát veszünk 2—3 kg-nyi mennyiségben. Csak mélyenyökerező növények, például lucerna esetében kívánatos a mélyebb talajszinteket is megmintázni, még pedig addig a mélységig, míg az illető növény gyökerei az adott viszonyok között hatolni szoktak. A mélyebb mintákat vagy alkalmas talajfúróval hozzuk fel, ügyelve arra, hogy a kivett minta tényleg csak abból a talajszintből származzék, ahova tartozik, vagy megfelelő mély árkot ásunk és annak egyenesre metszett oldalából vesszük ki a vizsgálatra szánt mintákat, megjelölve a minta mélységét, például 30—60, 90—120 stb. Azt, hogy egy talajszelvényből hány mintát vegyünk, a szelvény szintjeinek külső ismérveiből (szín, szerkezet, homok, illetőleg agyagos jellegéből stb.) ítéldhetjük meg, vagy a talajszelvényt hígított sósavval végig csepegtetjük és a pezsgés mértékéhez képest, vagy annak teljes hiánya alapján mintázzuk meg. Ilyen esetekben az érzékeny lakmuspapír vagy valamely universal-indikátor jó szolgálatokat tehet. Amennyiben a gödör ásásakor vízenyős szintre bukkanánk, vagy víz buggyanna fel, a víz megjelenésének mélységét azonnal feljegyezzük, a további mintavétel a mélyebb szintekben pedig már felesleges.

Az így megmintázott szelvényből kivett egyes talajmintákat összekeverni nem szabad, hanem külön-külön egy-egy erős zacskóba becsomagoljuk, kívül is, belül is ellátjuk a megfelelő jelzéssel (vetési tábla, mélység stb.) és közös ládába helyezve küldjük be vizsgálatra.

A megmintázott terület talajairól jegyzéket veszünk fel, melyben minden, a talajok természetére és termelési viszonyaira vonatkozó adatot, megfigyelést és tapasztalatot (termelt vagy termelendő növény, alkalmazott trágyázás, terméseredmények, növénybetegségek vagy egyéb káros jelenségek stb.) bejegyzünk és e jegyzéket a vizsgáló állomásnak beküldjük.

Ne takarékoskodjunk ezekkel a felvilágosításokkal, mert hiszen az orvosnak meg kell ismerje betegét, különben nem adhat jó diagnózist, már pedig a talaj is beteg lehet és a talajszakértő annak orvosa.

A talaj reakcióállapotának megismerése tulajdonképpen minden talajvizsgálat esetében az első lépés kellene legyen, hogy a talajról általános képet nyerjünk. Már az előzőekben láttuk, hogy a talaj reakcióviszonyai a talajkilúgzás eredménye és így a talajtípusokra jellemző. De azt is láttuk, hogy a talaj kémiai, fizikai és biológiai állapotára is következtethetünk abból, ha ismerjük a talaj reakcióviszonyait. Ennek megismerése gyakorlati szempontokból is igen szükséges, mert ezek alapján ítéldhetjük meg elsősorban, hogy milyen természetű talajjal van dolgunk és minő javítási eljárásokra lehet szükség.

Ámde nemcsak ilyen általános tájékoztatás szempontjából bír jelentőséggel a talaj reakciójának megismerése. A következőkben csak röviden összefoglalom a talaj reakcióviszonyainak gyakorlati jelentőségét.

I. *A pH-értékből vonható következtetések.* A talaj hidrogénionkoncentrációja, melynek kifejezője a pH-érték, igen különböző gyakorlati következtetésekre nyújthat alapot, ha kellőleg mérlegeljük azt, hogy a talaj hidrogénionkoncentrációja is egyike a termelési tényezőknek. Természetes, — és ezt külön hangsúlyozni kívánom — hogy a hidrogénionkoncentrációból nem lehet minden gyakorlati kérdést eldönteni és maga a talaj

aktív reakciója nem is mindig elegendő, hogy a talaj reakcióviszonyait megítélhessük, mert a rejtett aciditás, a talaj kiegyenlítő-hatása, mészállapota és telítettségi foka mind figyelembe veendő, továbbá az éghajlati viszonyok, a termelendő növények, a talaj egyéb sajátosságai, a követett trágyázási rendszer, vagy jövőben tervezett trágyázás mind olyan tényezők, melyek a pH-értékből vonható gyakorlati következtetésekre befolyással lehetnek. Ezeknek szemmel tartásával a pH-érték jelentőségének megvilágítására szolgáljanak a következők:

a) A pH-érték hatása a termelendő növény nemére és fajtajára. A 18. sz. táblázatban összefoglaltam Arrhenius

XVIII. TÁBLÁZAT.

Növény	Reakciós szám				
	4'5	5'0	6'0	7'0	8'0
Búza, őszi					
Rozs					
Cukorrépa					
Svédrepa					
Tarlórépa					
Burgonya... ..					
Zab Dala					
« Gullregn...					
« Klock III.					
« Fyris ...					
Búza, tavaszi...					
Árpa					
Vöröshere					
Lucerna					
Timótfű					
Alopecurusprat					
Seradella					
Concordia borsó					

O. tapasztalatai alapján¹ néhány fontosabb gazdasági növényünk pH-igényeit.

Itt mindenekelőtt le kell szögezmem azt, hogy *Arrhenius* adatai nem alkalmazhatók közvetlenül a hazai viszonyainkra, mert miként a táblázatból is kitűnik, a növények egyes fajtái különbözőképpen viselkedhetnek. Így pl. a táblázatban három zabféleiség határozottan savanyú talajt kedvelőnek bizonyult, amint hogy az optimális reakció hatásaik 5—6 pH közé esnek, a Fyriszab optimális reakcióigénye ellenkezőleg 7—8 pH közé esik, vagyis a búza, cukorrépa és árpa reakcióigényeivel egyezik meg. Feltételezhető, hogy egyes növénynekem tájfajtái a meghonosodás óta hozzászoktak (aklimatizálódtak) bizonyos mértékig a helyi talajreakcióviszonyokhoz és nem olyan érzékenyek, mint máshonnan származó és más talajreakcióhoz hozzászokott féleségek. Mégis durva megközelítéssel e táblázatból azt láthatjuk, hogy a búza, árpa, cukorrépa, lucerna leginkább az olyan talajt kívánja, melynek pH-értéke 7—8 között van; a rozs, lóhere, seradella, concordia borsónak rendesen a 6—7 pH a legmegfelelőbb; míg végre a zab és burgonya legtöbbször savanyú 5—6 pH közé eső talajt kíván.

König J. és *Hasenbäumer J.* pedig különbséget tesznek a homok- és agyagos talajok között.² Azt állítják ugyanis, hogy míg a homoktalajok esetében 4.5 pH minden gazdasági növényre káros, agyagos talajok esetében ez a káros hatás már 5 pH-nál kezdődik. Továbbá homoktalajok esetében 4.5—6.2 pH között nincs kizárva a káros hatás, agyagos talajok esetében 5—6.2 pH között.

b) *A pH-érték hatása egyes növénybetegségekre.* E tekintetben általánosságban csak annyit kívánok meg-

¹ Zeitschr. f. Pflanzenernährung u. Düngung, Bd. 5. (1925. évf.) 197. l.

² Landw. Jahrbücher. Bd. 55. (1921. év.) 185—336. l.

jegyezni, hogy vannak növénybetegségek, melyeknek a talaj túlságos lúgossága, másoknak a talaj túlságos savanyúsága kedvezés szerint, hogy a gazdasági növények igényeinek minél kedvezőtlenebb a talaj reakciója, annál fogékonyabbak az illető növénybetegségek iránt. Így pl. *Hudig J.* szerint¹ a hollandi tőzegkolóniák ú. n. Alkali-betegsége («moorkoloniale Krankheit oder Dörrfleckenkrankheit») leggyakrabban azoknál a növényeknél jelentkezik, melyek a savanyúbb talajokat kedvelik, legkevésbé pedig azoknál, melyek a lúgosabb talajokat kedvelik. Az alkalibetegség iránti érzékenység a következő sorrend szerint csökken: zab, árpa, búza, rozs, burgonya, len, káposzta, répa és pillangósok. Az ú. n. *Hooghalen*-féle betegség iránt pedig az érzékenység sorrendje éppen megfordított, mert ez a növénybetegség a talaj túlságos savanyúságából ered.

Az a körülmény, hogy a sárga csillagfürt, Északnémetország legelterjedtebb zöldtrágya növénye, nálunk ritka helyen sikerül, a mi talajaink neutrális vagy gyengén alkalikus reakciójának tulajdonítható. Mert a meszes talajt nem tűri és így fogékony lesz egy növénybetegségre, mely hamar tönkreteszi.

Ámde a talajreakció nemcsak okozója, hanem védőszere is lehet egyes növénybetegséggel szemben. Ilyennek ismerte fel *Gillespie L. J.* és *Lewis*¹ a talaj savanyúságát a burgonya varasodási betegsége (Schorfkrankheit) ellen, azt tapasztalván, hogy ha a talaj pH-értéke 5.2-nél alacsonyabb, akkor ez a betegség nem jelentkezik.

Látnivaló ezekből, hogy a növénybetegségek ellen való védekezés terén is a talaj pH-értékének ismerete szép jövőt ígér.

c) A pH-érték hatása néhány gyakorlatilag fontos talajbaktériumcsoportra. A mezőgazdasági termelés szempont-

¹ Die Ernährung d. Pflanze, 20. Jahrg. (1924.) 161—163. l.

jából legfontosabb talajbaktériumok azok, melyek a levegő szabad nitrogénjét megkötik s így a talajt nitrogéntápanyaggal gazdagítják, ilyenek az *Azotobakterek*; azután a talaj tevékenységét előidéző nitrifikáló baktériumok az ú. n. nitrit-, illetve nitrátképző baktériumok. Mindezen baktériumok neutrális vagy gyengén alkalikus talajt kívánnak. Az *Azotobakterek* annyira érzékenyek a savanyú talaj iránt, hogy *Christensen* dán tudós ajánlatára biztosan felhasználhatjuk a talaj mészhányának felhasználására. Ha ugyanis megfelelően készített mannit-táppoldattal a vizsgálandó talajt *Azotobakter* tenyésztéssel beoltjuk, ez utóbbi csak az esetben képez a felületen jellemző baktériumhártyát, ha a talaj elég neutrális. *Christensen* egyebek közt azt is tapasztalta, hogy a dán talajok közül az *Azotobakter crococcum* a talaj pH-jához képest annál sűrűbben volt felfedezhető, minél kevésbé savanyú volt a talaj. Adatait *Rippel*¹ következőképen állította össze:

pH a talajban	<i>Azotobakter</i> előfordult a vizsgált esetek %-ában
pH nagyobb 7.5-nél	100%
7.5—7.0	97%
7.0—6.5	90%
6.5—6.0	80%
6.0—5.5	20%
5.5—5.0	14%
5.0—4.5	7%
kevesebb 4.5-nél	0%

Dr. Telegdy Kováts László egyebek közt kimutatta,² hogy az *Azotobakter* nitrogént megkötőképessége 8.12—

¹ Zeitschr. f. Pflanzenernährung u. Düngung, Bd. 3. (1924. évf.) 221—227. l.

² *Dr. Telegdy Kováts L.*: Mesterséges zeolitok hatása *Azotobakter*-tenyészetekre. Kísérletügyi Közl. (1927. évf.)

8.62 pH-értéken túl fokozatosan csökken ugyan, de még 11.46 pH esetében is érvényesülhet. E kísérleti tanulmányból az is kitűnt, hogy az *Azotobakter* törzsek fejlődésére nemcsak a pH-értéke, de a jelenlévő mészsók minősége is döntő szerepet játszik. Így pl. a Ca CO_3 és a kalciumzeolit alkalmasak az *Azotobakter* mészigényeinek kielégítésére, ellenben a gipsz, kalciumchlorid (Ca Cl_2) és trikálciumphosphat ($\text{Ca}_3 (\text{P}_2\text{O}_4)_2$) nem. Így magyarázható *Christensennek* az a tapasztalata, hogy az *Azotobakter*-próbával nemcsak azt dönthetjük el, hogy a talaj pH-értékben megfelel-e az *Azotobakterek*-nek, de arra is felvilágosítást kapunk, hogy van-e a talajban elegendő átsajátítható mész.

Dr. Zucker Ferenc pedig kimutatta,¹ hogy a nitrifikáló baktériumok működésének 7—10 pH határok felelnek meg és ez esetben is lényeges, hogy a talaj elég átsajátítható kalciumsót tartalmazzon.

Garden T. és *Hagem O.* tapasztalatai szerint²:

	az előfordulás alsó határa	optimális fejlődés	az előfordulás felső határa
nitritképzőknél	pH = 7.0	pH = 7.8	pH = 8.6
nitrátképzőknél	pH = 6.5	pH = 7.1	pH = 7.8

Kitűnik ezekből, hogy épen a *növénytermelés szempontjából legfontosabb talajbaktériumok* *neutrális vagy gyengén lúgos közeget követelnek és könnyen átsajátítható kalciumot*. Ezért a mészhiány a talajban nemcsak azért baj, mert a talaj reakciója a legtöbb gazdasági növénynek nem felel meg, de mert a nitrogént megkötő és a nitrifikáló baktériumok elegendő átsajátítható kalcium híján nem

¹ *Dr. Zucker Ferenc*: A nitrifikáció lefolyása különböző mesterséges zeolitok jelenlétében. Kísérletügyi Közl. (1926. évf.)

² *Bergens Museums Aarbok* 1919—20; *Naturvidenik. Raekke* Nr. 6. (1921.)

tudnak fejlődni és működni. Az ilyen talaj azután nitrogénszegény és tevéketlen szokott lenni.

2. *A talaj mészszerűségletének felismerése és megállapítása.* Az aktív aciditás vagyis a közvetlenül mért pH-érték még nem mindenkor nyújt kellő felvilágosítást a mészhíányról és arra egyáltalán nem alkalmas, hogy belőle *a mészszerűséglet nagyságát* megállapítsuk vagy csak megbecsüljük is. Ha pH-értéke 6 vagy ez alá kerül, akkor ugyan a mészhíány kétségtelen, de nem tudjuk mekkora. Már 6.5 és ennél magasabb értékek esetében a mészhíány felismeréséhez még más vizsgálatok is szükségesek. Legegyszerűbb az *Azotobakter próba*. De a rejtett aciditás is némileg tájékoztat. Ha ugyanis a talajt normal KCl-oldattal rázzuk össze és így határozzuk meg a pH-értéket, akkor rejtett aciditás esetén a pH erősen csökkenni szokott. Ilyenkor indokolt az ú. n. titrálási aciditások meghatározása. Ezeknek még az is előnye, hogy a mészhíány mértékét megbecsülhetjük. *Kappen* szerint a kicserélődési, ujabban a hidrolitos aciditásból kiszámíthatjuk a mészszerűségletet. Ez azonban nálunk nem minden esetben nyert igazolást. Ezidő szerint legbiztosabb, ha a puffer-görbéből kiszámítjuk, hogy mennyi mész szükséges ahhoz, hogy a talaj pH-értékét 7-re emeljük. Ezt azután kat. holdra és a szántott réteg mélységére 15—25 cm-re átszámítva, megkapjuk azt a mészmennyiséget, mely elméletileg szükséges ahhoz, hogy annak pH-értékét 7-re növelje. Ámde a gyakorlati viszonyok között az adagolt mész sohasem érvényesül 100%-ig, továbbá az sem biztos, hogy az adott gazdasági viszonyok között épen 7—pH a legkedvezőbb. Ezért legcélszerűbb úgy járni el, hogy a vizsgálatból kiszámított mészmennyiséget alapulvéve, mésztrágyázási kísérletet hajtunk végre olyan formán, hogy az egyik parcellán a számított mészmennyiséget, a másikon annak 1½-szeresét, a harmadikon felét alkalmazzuk. Így pl. ha a számítás szerint a teoretikus mészszerű-

séglet tiszta szénsavas mészre (CaCO_3) számítva 40 q-nak adódik kat. holdanként, akkor a táblán kihasítunk kétszer 3 egyholdas parcellát és ezekből 1—1 parcellára 40—40 q-át, 1—1 parcellára 60—60 q-át és 1—1 parcellára 20—20 q szénsavas meszet alkalmazunk. Az önként értetődik, hogy a teoretikus érték mindenkor tiszta 100%-os szénsavas mészre értendő. Minthogy pedig 100 súlyrész szénsavas mésznek (CaCO_3) 56 súlyrész égetett mész (CaO) felel meg, így a fenti példa esetében 22·4 q égetett mész, illetve 33·6 és 11·2 q felelne meg a fenti parcelláknak.

Kitűnik ebből, hogy a fenti talajvizsgálat, noha nem menti fel a gazdát a kísérletezés alól, mégis nagyon hasznos, mert biztos alapot szolgáltat a kísérletezéshez. Enélkül a gazda igazán nem is sejtheti, hogy mennyi mésszel kísérletezzék, mert van olyan talaj, ahol 10 q is sok, másutt pedig 60—80 q sem elég. A talajvizsgálat megállapítja, hogy ha tökéletesen érvényesül a kiszámított mész, akkor mennyi a kívánt mennyiség; a kísérlet csak arra való, hogy eldöntse azt, hogy adott körülmények között milyen mértékben érvényesül a mész és különösen, hogy minő haszonnal jár a meszezés, mert a várható termés, illetve tiszta haszon nagyságát talajelemzésből megmondani vagy kiszámítani nem lehet. Már pedig a gazdát végeredményben az érdekli, hogy minő haszonnal jár a meszezés.

3. *A műtrágyák megválasztása a talajreakció mérlegelése alapján.* Ahhoz, hogy ebben a kérdésben félre ne értessem, szükséges előrebocsátanom azt, hogy itt csak arról lehet szó, hogy ha már valamelyes módon megállapítottuk azt, hogy foszfor, nitrogén, illetve kálium-szegény a talaj, akkor a talaj reakciójának mérlegelése szintén figyelmet érdemel. Így pl. én már láttam olyan savanyú talajt, mely nitrogénszegény volt és ha csilislétrommal trágyázták vagy meszezték és azután alkalmazták a

kénsavas ammoniát, akkor a nitrogéntrágya gyönyörűen hatott; ha azután meszezés nélkül csak kénsavas ammoniát használtak, akkor nemcsak nem növelte a nitrogéntrágya a termést, de határozottan csökkentette. Ennek a magyarázata az, hogy a kénsavas ammonia magában véve is fiziológiailag savanyú hatású. Ámde a kénsavas ammonia még magát a savanyú talajt is képes savanyúbbá tenni és ilyen esetekben direkt káros hatású lehet. Ilyen hatású lehet a káliumchlorid és más ismert káliumtrágyák is. A csilisalétrom, Thomassalak, Rheniafoszfát, mésznitrogén ellenkezőleg lúgos hatást váltanak ki a talajban. Messze vezetne itt ezeket a körülményeket közelebbről részletezni, egyelőre csak annyit kell leszögezнем, hogy általános elvként az legyen irányadó, hogy savanyú talajra közömbös vagy lúgos trágyákat, lúgos talajokon inkább savanyú trágyákat alkalmazunk. Azt pedig, hogy melyik trágyákat minősíthetjük savanyú, neutrális, illetve lúgos hatásúnak, a trágyázás fejezetében fogom még közelebbről ismertetni.

4. *A talaj reakcióviszonyai és a talaj fizikai viselkedése.* Sokáig a talaj fizikai viselkedése és kémiai összetétele között nem tudtunk szerves kapcsolatot találni. A talaj reakcióviszonyaival kapcsolatosan és a talaj abszorpciós komplexumának tanulmányozása révén kitűnt, hogy a közömbös, ú. n. telített talaj fizikai viselkedése a legjobb, már a savanyú talajé rossz, a szikes talajé még rosszabb. Ennek oka az, hogy ha a talaj abszorpciós komplexuma (humusz-zeolitkomplexum) mésszel telített, akkor a talaj-kolloidok gyorsan és jól koagulálnak, a finom és durva homokot apró morzsákká összeragasztják és így ú. n. morzsás szerkezetet alkotnak. Ha azonban a talaj savanyú, az onnan ered, hogy a mész a hidrogén az abszorpciós komplexumból részben kiszorította, ennek pedig nemcsak az a következménye, hogy a talaj hidrogénionkoncentrációja növekszik, illetve a pH-érték

csökken, vagyis a talaj savanyúvá lesz ; de az is, hogy a talaj kolloid része nagyobb mértékben dispergál és nem csapódik le elég gyorsan és tömören. Következésképpen a homok külön válik és hamarább leülepszik, a kolloid-agyag pedig beszárad és tömődött szerkezetű talajt alkot. Végre az alkalikus talaj, vagy általában a szikes talaj esetében a humusz-zeolitokban a nátrium veszi át a főszerepet. A nátriummal telített talaj szétfolyik, kiszáradva pedig megkérgesedik és még tömöttebb és keményebb, mint a savanyú talaj. Savanyú talajok esetében meszezéssel a hidrogént az abszorpciós komplexumból kiküszöbölhetjük, a szikesek esetében a nátriumot kell kalciummal kicserélnünk. Ez a művelet a szikesek neme szerint különböző módon történik, végeredményben azonban itt is a nátriumot kalciummal cseréljük ki. A talajszerkezet három főtípusát ú. m. morzsalékos, tömődött és laza vagy porszerű szerkezetét a talaj, víz és levegő egymáshoz való viszonyában a IV. részben ismertetem.

B) A szikes talaj vizsgálata és a javítás módjának meghatározása.

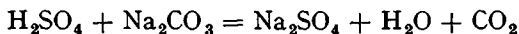
Az előzőekben már megismertük, hogy a szikesek általában alkalisós közegben végbemenő talajkilúgzás eredményei. De azt is láttuk, hogy ennek a talajképződési folyamatnak négy szakaszát különböztethetjük meg és ennek megfelelőleg a sziktalaj lehet karbonátos vagy karbonátmentes, sós vagy sótlan, tehát kilúgzott, alkalikus, neutrális vagy savanyú. Ezért a sziktalajok javítási módjának megválasztásakor először azt vizsgáljuk, hogy hígsavval pl. sósavval vagy ecetsavval pezseg-e vagy sem. Erről minden gazda meggyőződhet, mert elegendő, ha egy rög talajra néhány csepp hígított savat vagy erősebb ecetet önt. Ha a talajrög pezseg,

akkor karbonátos szikkel van dolga, ha nem pezseg, akkor karbonátmentes. Ez gyakorlatilag igen fontos és egyszerű vizsgálat, mert pl. a nemrég megindított állami szikjavítási akció, mely mészsizappal vagy mészkőliszttel történik, csakis a karbonátmentes talajokra való. A karbonátos szikesek esetében hatástalan s így teljesen haszontalan költséget okoz. Ámde még nem minden karbonátmentes talaj javítható meg szénsavas mésszel. Mert ha a talaj káros sótartalma meghaladja a 0.2%-ot, akkor e sóknak eltávolítása híjján a szénsavas mészhatása nem érvényesülhet és a talaj szántóföldi termelésre azért sem használható, mert a szántóföldi növények a 0.2%-nál több sót már alig bírják el. Ilyenkor rendszeres öntözéssel vagy tógazdasággal lehet eredményeket elérni, amely tekintetben a sók mennyisége és minősége, vízszintes és függőleges eloszlása nyújt tájékoztatást. Ezért a szikes talajok vizsgálatában igen szükséges a káros sók mennyiségének és minőségének meghatározása. Nálunk a káros sók a nátriumnak különböző vegyületeiben fordulnak elő, ú. m. konyhasó (NaCl), glaubersó (Na_2SO_4), szóda (Na_2CO_3) és bikarbonaszóda (NaHCO_3). A salétromsavas nátrium (NaNO_3) csak elvétve fordul elő és kisebb helyekre szorítkozik. Amerikában azonban találtak szikeseket, melyekben kálium, kalcium, illetve magnéziumsók is felhalmozódtak. Újabban Kaliforniában olyan szikeseket is találtak, melyekben a bórsav-sav-nátrium fordul elő a növényekre káros mennyiségben. Látni való ezekből, hogy a vízben oldható sóknak vizsgálata a szikesek megismerésében igen fontos szerepet játszik és a javítás módjára döntő jelentőségű.

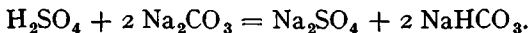
A szikes talajok reakciója lehet lúgos, közömbös vagy savanyú. A lúgos szikesek mindig karbonátosak és rendszeren szódatartalmúak is. Ezeket csakis olyan eljárásokkal javíthatjuk meg, melyekkel egyfelől a lúgos reakciót közömbösítjük és ezáltal a talaj áteresztőképességét

helyreállítjuk, másfelől amelyek egyszersmind a sók eltávolítását lehetővé teszik. Valóban, ha az ilyen lúgos és vizet át nem eresztő szikes talajt kellő mennyiségű hígított kénsavval közömbösítjük, akkor nemcsak a talajreakció lesz neutrális (7—8 pH), de a talaj, melyen azelőtt a víz megállott, a vizet befogadja és áteresztí és ha a terület kellő lecsapolásáról, esetleg öntözéséről is gondoskodtunk, akkor a káros, vízben oldható sókat is eltávolíthatjuk. Amerikában a kénsav helyett kénport is sikerrel alkalmaznak, amely ott sokkal olcsóbb, mint a kénsav és a talajbaktériumok hatására a talajban kénsavvá alakul át. A kénsavnak a hatása a karbonátos talajban két irányú :

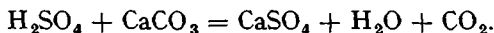
1. a szódat megbontja és nátriumszulfátot hoz létre, mely könnyebben kilúgozható, mint a szóda. Következő kémiai egyenletek fejezik ki a kénsav hatását :



vagy



2. A kénsav azonban nemcsak a szódat bontja meg, hanem megbontja a szénsavas meszet is következő egyenlet értelmében :



A képződött kalciumszulfát pedig a humusz-zeolit-komplexum nátriumát kicseréli kalciummal. Ez azután azt eredményezi, hogy a humusz-zeolit kicsapódik, tömörül és a talaj morzsás szerkezetet kap.

Ezt a hatást természetesen más savakkal is pl. sósav, ecetsav stb. elérhetjük, csak ezeknek kémiai egyenértékű mennyisége rendesen drágább, mint a kénsavé.

Amde nemcsak szabad kénsavval, hanem a kénsavnak kalcium, alumínium- és vasvegyületeivel is hasonló hatást érhetünk el, mert egyrészt a szódat ezek is meg-

bontják és nátriumszulfáttá alakítják, másrészt a szén-savas meszet is megbontják és a kalcium-kationt oldatba, majd pedig a humusz-zeolitkomplexumba beleviszik. Annak sincs semmi elvi akadálya, hogy a sósavnak vagy más erős savaknak hasonló sóit alkalmazzuk, a kérdés csak az, hogy az egyenértékű hatóanyag egységára milyen. Azt mondhatjuk tehát, hogy a szódás és lúgos karbonátos szikesek megjavításának nincs semmi elvi akadálya, most csak az képezi a kísérletezés tárgyát, hogy ezt a hatást milyen szerrel lehet legolcsóbban és gazdaságosan megoldani.

A szikesek megmintázása elvileg megegyezik a savanyú talajokéval abban, hogy nem szabad átlagmintákat venni, hanem a külsőleg is felismerhető különböző minőségű foltokról külön mintákat vegyünk. Csakhogy itt sokkal több mélységből kell vennünk a mintákat, hogy az egész talajszelvényben a szikesedés mértékéről és a sók eloszlásáról biztos képet nyerjünk. Azt, hogy hány helyről és milyen mélységekből vegyünk mintákat, maga a szikes terület külseje és növényzete, illetve a talajszelvény egyes szintjeinek különböző szerkezete és színe adja meg. Az elv az legyen, hogy minden jellegzetes előfordulásról, illetve a talajszelvény minden jellegzetes szintjéből egy-egy mintát vegyünk a vizsgálatra.

A talajvizsgálat ez esetben nemcsak azt mondja meg, hogy milyen szikessal van dolgunk és milyen javítási mód ajánlatos, de azt is meghatározhatjuk, hogy mennyi szénsavas mészre, illetve kénsavra vagy más hasonló savanyú hatású szerre lehet szükség, hogy az illető helyen a kívánt eredményt elérjük.

A szikesek megjavítása terén nem ritkán merül fel az a kérdés, hogy a rendelkezésre álló vízforrás alkalmas-e az öntözésre. Ez igen lényeges két okból, mert ha a víz minősége nem megfelelő, akkor a sók kilúgítása nem sikerül. Az is előfordulhat azonban, hogy az öntöző víz

összetétele olyan, hogy nemcsak hogy nem javítja meg a talajt, de egyenesen elszikesítheti. Ez attól függ, hogy mennyi a víz sótartalma és hogy a nátrium-kationok hogyan viszonylanak a kalcium- és magnesium-kationokhoz. Ezért minden öntözési terv megkezdése előtt első sorban a rendelkezésre álló vizet kell megvizsgálatni, nehogy hiába való költséget, esetleg a szikesnek vagy más nem-szikesnek elszikesedését idézzük elő. Alföldünkön ez különösen fontos gyakorlati kérdés, mert száraz éghajlatunk mintegy predesztinál az öntözésre, de kút-vizeink, még a mélyebb rétegekből jövők is gyakran sósak, vagy annyira alkalikusak, hogy öntözésre nem alkalmasak.

C) A talaj trágyaszükségletének felismerése és meghatározása.

Ez az a feladat, mely legrégebb idő óta foglalkoztatja az agrikultúr-chemikusokat, de csak az újabb időkben ismertek meg olyan módszereket, melyek a gyakorlat igényeit is kielégíthetik. Ez esetben is, mint azt a műtrágyaszükséglet gyakorlati megállapítása esetében láttuk, a végső szót a szántóföldi trágyázási kísérlet adja meg arra nézve, hogy melyik hiányzó tápanyag az adott viszonyok között minő hatást fejt ki a termésre és hogy mekkora lesz a várható tiszta haszon. Ámde, ha a növénytermelő maga akarná mindezeket a trágyázással kapcsolatos kérdéseket kísérletekkel eldönteni, akkor ez vagy igen hosszú időt igényelne, vagy gazdaságát egész kísérleti területtől kellene átalakítania, ami költséges és nem is könnyű feladat. A gyakorlati trágyázási kísérleteknek az a követelménye, hogy azok lehetőleg egyszerűek legyenek. Éppen ez az, amiben a talajvizsgálat hasznos szolgálatot tehet. Mert ha pl. a talajvizsgálatból az adódik, hogy a talaj foszforsavszegény, de kálium bőven van és a nitrogén-trágyázásra nincs szükség, akkor a gazda feladata az lesz

csupán, hogy megállapítsa, milyen foszforsavtrágyamennyiség adja a legnagyobb tiszta hasznot. Ha viszont az elemzés nem mutat foszforsavhiányt, akkor legfeljebb ellenőrzéskép lehet egyszer megpróbálni a foszforsavtrágyázást, de valószínű, hogy ennek semmi hatása nem lesz.

Ámde fordítsuk meg ezt az esetet. Tételezzük fel, hogy a gazda nem vizsgálztatja meg a talaját és még kísérletet sem végez, hanem miután intenzíven akar gazdálkodni, és hallotta, hogy nálunk a foszfortrágyákra rendszeren szükség van, mindjárt rendszeresen alkalmazza nagyban a foszforsavtrágyát. Ilyen esetben, ha a talajnak nincs foszforsavszükséglete, akkor a foszforsavtrágyára kiadott évi költség megtakarítható és olyan műtrágyára vagy más beruházásra fordítható, mely jövedelmet is hoz. Ha megvizsgálztatja a talaját és ez nem bizonyult foszforsavszegénynek, sőt még biztonságból egyszer meg is kísérli 2—3 parcellán a foszfortrágyázást és nem kap terméstebbletet, akkor nem fogja kiadni hiába a foszforsavtrágyára a pénzt és több haszonnal dolgozik, tehát racionálisabban jár el. Az 1894/5., ill. 1896/7. termelési években *Cserháti Sándor*, az *Orsz. M. Kir. Növénytermelési Állomás* vezetője és a magyaróvári Gazdasági Akadémia nagynevű tanára az ország különböző részeiben nagyszabású műtrágyázási kísérleteket végzett, melyek akkor azt eredményezték, hogy 1894/5-ben 345 kísérlet közül 239-ben volt foszforsavszükséglet, ami az összesnek 69·2%-a, 1896/7-ben 128 kísérlet közül 96 esetben volt hatás, tehát az esetek 70%-ában.

Ezekből a trágyázási kísérletekből kétségtelenül kitűnt, hogy hazánk talajai között a túlnyomó rész kb. 70% foszforsavszegénynek bizonyult. Ámde még mindig 30% olyan volt, hogy a foszforsavtrágya akkor nem adott terméstebbletet. Ebből azonban még nem következik, hogy ez a 30% mind olyan talaj volt, amely foszforsavban

gazdag. Mert ahhoz, hogy a foszfortrágya a termést növelhesse, nemcsak az kell, hogy kevés legyen a felvehető foszforsav a talajban, de az is szükséges, hogy a többi termelési tényező meg ne akadályozza a foszforsavtrágya érvényesülését. Ilyen akadályok lehetnek:

1. a kedvezőtlen időjárás,
2. más szükséges tápanyagnak egyidejű hiánya,
3. a talaj mészhiánya,
4. a talaj túlságos lúgossága,
5. nem megfelelő növény alkalmazása a kísérlethez.

Mindezekkel a tényezőkkel a következő fejezetben fogok részletesebben foglalkozni, itt csak azért említettem meg, hogy rámutassak, hogy még abból a körülményből, hogy a fenti egyszerű foszforsavtrágyázási kísérlet negatív eredményt adott, egyáltalán nem következik, hogy a talaj foszforsavban gazdag. Ilyen esetekben a talajvizsgálat még becsesebb szolgálatot teljesít, mint amikor a foszforsavtrágyázási kísérlet pozitív eredménnyel járt. Mert ha, a negatív eredmény ellenére, a talajvizsgálat azt mutatja, hogy a talaj foszforsavszegény, akkor nem szabad feladni a további kísérletezést, hanem azt kell felkutatni, hogy minő más tényezők okozzák a foszforsavtrágya hatásának elmaradását. És ebben az esetben is a talajvizsgálat hasznos szolgálatokat tehet. Mert már az előzőekben láttuk, hogy a talaj mészszükségletét a talajvizsgálattal biztosan megállapíthatjuk. A talaj reakciós viszonyaiból a túlságos lúgosságot is megtudjuk. A laboratóriumi talajvizsgálatból — különösen a Neubauer-féle kísérletből — a káliumhiányra is következtethetünk. Egyedül a nitrogénhiány megállapítása még ez időszerint bizonytalan.

A talajvizsgálat tehát módot nyújt arra, hogy a kísérletezést ilyen esetekben is egyszerűsítsük. Mert ha pl. a talajvizsgálat a foszforsavigény mellett még mészszükségletet is árul el, akkor elegendő lesz 3—3 parcellával kísér-

leteznünk, ú. m. üres (0), mésztrágya (Ca) és mész- és foszforsavtrágyával (Ca, P). Legfeljebb, ha még arról akarnánk meggyőződni, hogy nem-e kell nitrogéntrágya is, akkor még 1—1 parcellán Ca, P, N-t alkalmazunk. Önként értetődik, hogy minden kísérlet legalább egyszer megismétlendő s így 6, illetve 8 parcellára, hármas ismétlés esetén 9, illetve 12 parcellára van szükség. Ez még nem oly sok, hogy a gazdaság üzemét ezeknek a kísérleti parcelláknak külön kezelése és gondozása károsan megzavarná vagy megnehezítené. Ha pedig foszforsav- és káliumszegénynek adódik az elemzés alapján, akkor a különbség csak az, hogy a következő variációkat alkalmazzuk :

O, P, PK és PKN.

Ez esetben is tehát 8, illetve 9 parcella elegendő.

Nem kívánom tovább fűzni a különböző lehetőségeket, hiszen a talajvizsgálat eredménye után rendesen a vizsgáló intézet megmondja, hogy milyen trágyázási kísérletet tart indokoltnak. Ha ezt nem tenné, akkor is a gazda esetleg más kísérleti állomásnál kaphat az analysis alapján erre útmutatást. A gyakorlati kérdés most már csak az, vajjon a talajvizsgálat nem-e teszi feleslegessé a trágyázási kísérleteket? — Erre a válaszem az, hogy nem, mert a várható hatást kiszámítani, vagy éppen a várható jövedelmet megállapítani semmiféle talajvizsgálattal nem lehet.

Ámde a gazda sokszor nem akarja még azt az egy-két esztendő sem elveszíteni, ami a fenti kísérletezésekkel jár. Ez esetben úgy is eljárhat, hogy mindjárt nagyban alkalmazza azt a trágyázást, ami a talajvizsgálatok alapján legracionálisabbnak mutatkozik, de kihagy egyes parcellákat a differenciális trágyázási kísérlet megállapítására. Pl. a vizsgált talaj határozottan foszforsavszegénynek bizonyult a laboratóriumi vizsgálat alapján, de nem tudni, hogy nem érdemes-e a foszfortrágyázást

nitrogéntrágyázással kombinálni, akkor az egész táblát pl. foszforsavtrágyával trágyázzuk meg, de kihagyunk 4, illetve 6 parcellát, amelyből 2-öt, illetve 3-mat trágyázatlanul hagyunk és 2-öt, illetve 3-at foszforsavval és nitrogéntrágyával látunk el. Ilyen esetben a foszforsavtrágyázás hasznát már az első évben élvezzi a gazda és végre nem is kockáztat olyan sokat, mert a foszforsavtrágya nem vész el a talajban, még ha nem is érvényesül mindjárt első évben eléggé. Ha a gazda azt látná, hogy a foszforsav-nitrogénnel jobb eredményt ad, már a következő évben ezt a tapasztalatot is hasznosíthatja.

Itt megint nem sorolhatom fel mindazokat a változatokat, melyek az eddigi tapasztalatok szerint előfordultak. A vizsgáló állomásnak különben is feladata, hogy ilyen kérdésekben a gazdának ne csak az elemzési eredményeket adja meg, de tanácsokkal is szolgáljon. Épen ezért a gazda ne fukarkodjék leírni mindazokat a körülményeket és tapasztalatokat, melyeket tud a talaja viselkedéséről és igyekezzék a mintavételi utasítást pontosan betartani, mert ha a minta nem megfelelő, akkor a vizsgálati eredményből vonható következtetés is hamis és félrevezető lesz. Az Orsz. *Chémiai Intézet* a talajok trágyaszükségletének a megvizsgálására vonatkozó mintavételezési eljárást következőkben foglalta össze:

A vizsgálandó talajból külön veszünk *feltalaj-* és *altalaj-mintát*. Gyakorlati szempontból feltalajnak minősíthetjük azt a részt, amelyet az eke megmunkál; ezt rendszeren jól meg lehet különböztetni a gyakorlati értelemben vett altalajtól, mely tömődöttebb, fel nem lazított. Ez esetben mindkét talajszintből egy-egy átlagmintát veszünk. Mert nem az a lényeges, hogy egyes helyeken mennyi a tápanyagkészlet, hanem azt kell tudnunk, hogy az egész táblában vagy dűlőben, forgóban *átlagosan* mekkora a készlet a felvehető tápanyagokban. Ha azonban a tábla, dűlő vagy forgó talaja már külső látszat után ítélve, vagy a

gazda tapasztalata szerint nem egynemű, akkor természetesen a különmemű részekből külön-külön átlagmintákat veszünk.

A *feltalajból* a mintát következőképen vesszük :

A vizsgálandó tábla több helyén (legalább 10 arányosan elosztott helyről) a legfelső, növényzettel benőtt részt lehetőleg sekélyen lenyessük és ezt félredobva, a szántás mélységéig, tehát 15, esetleg 25 cm mélységig mindenik mintavétel helyén, a feltalaj egész keresztmetszetéből kb. 2—3 kg-os talajtéglákat metszünk ki. A tábláról összegyűjtött feltalajmintákat egy tiszta ponyván vagy nagy ív pakkolópapíron szétmorzsoljuk és jól összekeverve, kb. 2—3 kg-os átlagmintát veszünk. Ezt tiszta papir- vagy vászonzacskóba tesszük (műtrágyás mintazacskó semmi-esetre sem használható, még ha azt előzőleg ki is mostuk, mert igen kis mennyiség visszamaradt műtrágya az egész vizsgálatot megghiúsíthatja) és egy kemény papírlapon megjelöljük a tábla számát és a dűlöt vagy forgót, továbbá a talajréteg mélységét, pl. 2—15 cm. A zacskót kívül is hasonló jelöléssel látjuk el, hogy ha bármi okból a belső jelzőtáblácska elromlanék (pl. elázik), vagy az írás róla ledörzsölődne, a külső jelzés olvasható legyen. Viszont ez utóbbi nem teszi feleslegessé a belső jelzést, mert akár-hányszor a külső felírás mosódik el vagy szakad le a zacskóról. Már pedig ha jelzés nélkül érkezik a minta a laboratóriumba, akkor sokszor az egész mintavétel kárbavész.

Az *altalajból* a mintát következőképen vesszük :

A feltalajt tökéletesen eltávolítjuk és a felszíntől számítva 30—40 cm mély rétegből vesszük az altalajmintákat ugyanannyi helyről, ahány helyről a feltalajmintákat vettük. Ez esetben is a jelzett mélységből kb. 2—3 kg-os talajtéglákat emelünk ki ásóval vagy talajfúróval és fenti módon összekeverve, 2—3 kg-os átlagmintát veszünk. A csomagolás és jelzésre ugyanaz áll, mint fent.

A vett átlagmintákat mintaládába csomagolva küldjük

be az intézetnek és levélben megküldjük a vett minták jegyzékét. Ebben a fel- és altalajminták jelzésén kívül az illető gazdasági tábla (dülő vagy forgó) fekvése, nagysága, domborzati viszonyai, a termelt vagy termelendő növény neme, az eddig követett trágyázási rendszer, az utolsó trágyázás, illetve műtrágyázás ideje, az eddigi termésmaximumok és minden olyan gazdasági tapasztalat beírandó, melyből a talaj termőképességét és trágya-állapotát, művelési körülményeit megítélhetjük.

Itt megint csak azzal a hasonlattal élek, hogy az orvosnak minden tekintetben meg kell ismernie a betegét, ezért kikérdezi, hogy mi fáj, milyen az étvágya vagy alvása stb. Mert csak ezeknek az ismereteknek birtokában tud tovább kutatni és diagnózist alkotni. A talajszakértő is az orvos szerepét játssza. Ha maga kiszállhat a talaj megmintázására, akkor a talaj helyett annak gazdáját vagy kezelőjét kérdezi ki. De ha csak mintákat küldenek be, akkor a kísérő jegyzék kell, hogy pótolja azokat a felvilágosításokat, sőt még a helyszíni megfigyeléseket is, melyeket a talajszakértő a távolból nem ismerhet.

A trágyaszükséglet felismerésére ma már sok különböző laboratóriumi eljárást ismerünk, melyek részben egybehangzó eredményekhez vezetnek, részben egyik a másikat kiegészíti.

Felesleges volna itt a különböző eljárások ismertetése vagy felsorolása. Példaképen csak arra szorítkozom, hogy a vezetésem alatt álló Orsz. Kémiai Intézet talajtani osztályán követett eljárásokat röviden ismertessem.

Minthogy az *Azotobakter-próba* tömeges vizsgálatokra legegyszerűbb és legolcsóbban megvalósítható, az első az hogy a mészre és foszforsavra *Azotobakterrel* kémlelünk. Az eredményeket ilyenkor négy rovatban +, illetve — jelekkel tüntetjük fel. A + jel azt fejezi ki hogy volt *Azotobakter* fejlődés, még pedig egy + jel csak gyenge, ++ jel mérsékelt, +++ erős és ++++ jel nagyon erős fejlőd-

dést jelez. Mivel pedig az *Azotobakter* mészre és foszforsavra egyaránt érzékeny, ha bármelyik hiányzik, nincs baktériumhártya-fejlődés a kísérleti edényben, vagy a fejlődés igen gyenge. Ezért négy edénykével kísérletezünk, melyek közül egy üres, egy foszforsavtápanyagot, egy meszet, egy pedig foszforsavat és meszet is kap. Ha már most mindkettő hiányos, akkor csak az utolsó edénykében kapunk fejlődést; ha foszforsav hiányzik csak, akkor a két foszforsavat kapott edényben fejlődik az *Azotobakter*; ha pedig csak mész hiányzik, akkor a meszet kapott két edénykében lesz felületi hártya. A kapott hártyát a talajbakteriologus mikroszkóp alatt megvizsgálja, hogy ellenőrizze, hogy valóban *Azotobakterek* okozták az észlelt hártyát. Vannak szakemberek, kik aztán a hártya erősségéhez képest nemcsak a + jeleket szaporítják, de aszerint, hogy kevés, vagy nagy a különbség az üres és a trágyázott edény között, a trágyaszükséglet mértékére is következtetnek. Elméleti szempontokból ez észszerűnek is látszik, mégis az *Azotobakterek* fejlődésének mértéke sok egyéb tényezőtől, pl. a talajban egyidejűleg előforduló baktériumfalo (phagocia) protozoáktól is függhet, úgyhogy mi egyelőre beérjük azzal, hogy mennyiségi következtetéseket a trágyaszükségletre vonatkozólag nem vonunk le. Ahol pedig a hatás csak gyenge vagy bizonytalan, ott további vizsgálatokat végzünk. A mészre vonatkozólag ezekről már fent beszámoltam. A foszforsavat illetőleg nekem már több, mint 25 éve van egy kémiai eljárásom, melyet annak idején 100 különböző hazai talajon próbáltam ki és valamennyit növénykísérlettel, vagyis trágyázási kísérletekkel ellenőriztem.¹

¹ Bővebbet dr. *Sigmond Elek*: A könnyen elsajátítható phosphorsav jelentősége és meghatározása talajaink trágyaszükséglete céljából. A Magy. Tud. Akadémiától jutalmazott pályamű; megjelent a Math. és Természettud. Közlemények XXIX. köt. I. számában. 1906-ban.

Ezt az eljárásomat azóta is eredménnyel használtam és újabban külföldi szakemberek is kipróbálták és jónak tapasztalták. Az eljárás alapelve az, hogy nem éri be a híg salétromsavban oldható foszforsav meghatározásával, de tekintetbe veszi a talaj reakcióviszonyait is, melyet én akkor a talaj lugossági fokának neveztem. Azt tapasztaltam ugyanis, hogy minél nagyobb volt a talaj lugossági foka, annál nagyobb volt az a felső határ, mely esetben még foszforsavszükséglet várható. Ezt a következő táblázat világítja meg:

I. főcsoport.

Idetartoznak azok a talajok, melyeknek foszforsav szükségletük nincsen, ezek 0.075—0.080% könnyen átsajátítható P_2O_5 -t tartalmaznak. A talaj lugossági foka ebben az esetben nem határoz.

II. főcsoport.

Idetartoznak azok a talajok, melyeknek könnyen átsajátítható P_2O_5 tartalma az I. főcsoportban megadott határértékek alatt van.

Alcsoport	Lugossági fok	Könnyen átsajátítható P_2O_5
1.	200— 300 mg. N_2O_5	átlag 0.0055 max. 0.0060
2.	300— 600 «	« 0.0130 « 0.0300
3.	600— 900 «	« 0.0276 « 0.0450
4.	900—4000 «	« 0.0364 « 0.0600
5.	4000 fölött «	« 0.0491 « 0.0700

Ennek magyarázata az, hogy rendszeren annál nagyobb a talaj lugossági foka, minél több benne a szénsavas mész. Már pedig a híg salétromsavban oldható foszforsav a talaj nedvességében csak igen kis mértékben oldódik. A zömét a növény gyökerei oldják a savanyú gyökérváladékaik segítségével. Ha tehát a talaj meszes, ez utóbbi a gyökér savanyú váladékát közömbösíti és a talajfoszfátokban való oldóhatását annál inkább gyengíti, minél több és finomabban elosztott a mész a talajban, vagyis minél nagyobb a talaj lugossági foka.

Ha végre a kémiai vizsgálat sem nyujtana még elegendő alapot a trágyaszükséglet eldöntésére, a *Neubauer*-féle növénykísérletet szoktuk még megcsinálni. Ennek alapgondolata az, hogy feltételezi, hogy ha a talajt elegendő növény gyökérzetének martalékául adja, akkor azok a talajból az összes felvehető foszforsavat és káliumot felveszik.

A káliumszükséglet megállapítására ma ez az egyedüli laboratóriumi módszer. Azért valahányszor a káliumszükséglet megállapítása is kívánatos, akkor a *Neubauer*-próba ezidőszert még nem nélkülözhető. Mert az Azotobakter-próba a káliumra nem nyújt biztos felvilágosítást. A kémiai eljárások pedig eddig nincsenek e tekintetben kellőleg gyakorlati kísérletekkel ellenőrizve. Mivel a *Neubauer*-próba 3—4 hetet igényel és költségesebb a többinél, az Orsz. Kémiai Intézet talajtani osztályában kísérletezünk a foszforsavéhoz hasonló kémiai módszert a káliumra is kidolgozni.

Ami végre a nitrogénszükségletet illeti, ott elsősorban a gyakorlati megfigyelések tájékoztatnak. Ha még szükséges, megvizsgáljuk a humuszmennyiséget és az összes nitrogént. A talaj reakcióállapotából már következtethetünk a talaj biológiai jellegére is s így, ha van elég szerves anyag és nitrogén, a talaj biológiai állapotától függ a nitrogénátalakulások mértéke és gyorsasága. Könnyen érthető, hogy ugyanazon nitrogéntartalom esetében az a talaj szorul kevésbé gyors hatású nitrogéntrágyára, amelyben a baktériumélet élénkebb, vagyis amely talaj tevékenyebb. Viszont egyformán tevékeny talajok esetében az lesz nitrogéntápanyagban gazdagabb, melynek össznitrogénje több. *Hilgard* szerint az aktív humusz nitrogéntartalma döntő a nitrogéntrágyaszükségletre. Ő ugyanis abból a tapasztalásból indul ki, hogy a száraz éghajlatú talajokban aránylag kevés aktív humuszra sok nitrogén esik. A tapasztalat pedig az,

hogy ezeken a szárazságra hajló vidékeken annak ellenére, hogy a talaj összes nitrogénje viszonylagosan kevesebb, mint a nedves éghajlatú vidékek talajaiban, a nitrogéntrágya amott ritkábban szükséges, mint emitt. *Hilgard* úgy okoskodik, hogy a szerves anyag bomlása-kor a szén nagyobb mértékben bomlik és apad, mint a nitrogén a humuszban. Így minél több nitrogént tartalmaz a humusz, annál előrehaladottabb bomlási állapotban van és könnyebben válik a baktériumok közbejöttével növényi tápanyaggá. Újabban több oldalról megfigyelték azt is, hogy a talajban a C (szén) és N (nitrogén) aránya bizonyos egyensúly felé törekszik, még pedig

$$C : N = 10 : 1,$$

ha a talajban több a C, akkor a nitrogént megkötő talajbaktériumok kerülnek túlsúlyba és a N-t szaporítják, míg a fenti arányt eléri. Fordítva: ha kevesebb a C a fenti aránynál, akkor a nitrogénvegyületeket bontó baktériumok, pl. nitrifikáció vagy denitrifikáció jut túlsúlyba és előbb-utóbb a nitrogén megapad.

Ennek az újabb tapasztalásnak sok rokonvonása van *Hilgard* fenti elméletével, de ma még sem az egyik, sem a másik gyakorlatilag nem értékesíthető, mert nem rendelkezünk azokkal a határértékekkel, melyek alapján a nitrogéntrágyaszükségletet vagy a nitrogénbőséget biztosan megállapítani lehetne. Ugyanígy állunk a nitrogénkörfolyamatban szereplő talajbaktériumok vizsgálatával. Ma már meghatározhatjuk a nitrifikálók, nitrogénkötők és denitrifikálók, aerob- és anaerob-baktériumok különböző csoportjainak mennyiségi viszonyait. Ebből értékes következtetéseket vonhatunk a talaj biológiai állapotára és következtethetünk arra is, hogy a talaj nitrogénjének megbontására kedvező, illetve kedvezőtlen a talajállapot. Ámde biztos határértékekkel,

melyekből a nitrogénhiányra vagy bőségre következtethetnénk, ma még nem rendelkezünk.

Hátra volna még a *Mitscherlich*-féle növényfiziológiai kísérlet, mely tulajdonképen semmi egyéb, mint a régebbi edénykísérletek tökéletesebb kivitele. *Mitscherlich* ez eljárással a talajokban lévő tápanyagok hatásfokát («Wirkungswert», illetve «Wirkungsfaktor») véli megállapíthatni és ezt a tényezőt állandónak tekintvén, vizsgálataiból előre kiszámítja a trágyázás várható eredményét. Minthogy azonban ennek megértéséhez előbb a trágyák hatóanyagainak hatásfokát és tényezőit kell megismernünk, *Lemmermann* és más kiváló szakembernek tapasztalatai szerint pedig még az egyszerű trágyafélék hatóanyagának hatásfoka sem állandó érték, így ma még korai erről a talaj trágyaszükséglete szempontjából beszélni. Annyi kétségtelen, hogy az edénykísérletből a talaj trágyaszükségletére lehet minőségi és hozzávetőleges mennyiségi következtetést is vonni. Mert ha az edényekben erős foszforsavhatást tapasztalunk, akkor ez valószínűleg a szántóföldön is erős lesz. De átszámítani az értékeket nem lehet.

Már a nitrogénszükséglet esetében az edénykísérlet sem megbízható. Magam is tapasztaltam, hogy az edénykísérletekben gyakran észleltünk nitrogénhatást olyan talajokon, melyek a szabadföldben nem hálálták meg a nitrogéntrágyát. Ennek a magyarázata valószínűleg abban rejlik, hogy az edényekben a nitrogéntartalmú szerves anyagok bomlása rendesen nem olyan kedvező, mint a szabadföldben.

Bármennyire érdekesek és tanulságosak is az edénykísérletek és tudományos kérdések eldöntésében nélkülözhetetlenek, de sok időt kívánnak, körülményesek és nagyon költségesek. Ezért a gazdák eddig sem igen vették igénybe. E tekintetben egészen kivételes az a nagyszabású szervezkedés, melyet *Mitscherlich Königsbergben*

létrehozott. Neki sikerült a gazdákat ilyen együttműködésre és anyagi áldozatokra beszervezni s így elérte, hogy most már kb. 20.000 edénykísérlettel rendelkezik.

A gyakorlati kérdés csak az, hogy a gazda nem-e érte el célját olcsóbban, ha a laboratóriumi kísérletek alapján saját gazdaságában állapítja meg a trágyahatás nagyságát és jövedelmezőségét? — *Lemmermann* a maga és mások tapasztalatai alapján határozottan kimondja, hogy a *Mitscherlich*-féle eljárással biztos adatokat a felvehető tápanyagok abszolút mennyiségére kapni nem lehet és ezért igen körülményes és költséges ugyanannak a célnak elérésére, mint amely gyakorlati célt a fent már ismertetett laboratóriumi eljárásokkal olcsóbban és gyorsabban elérhetünk.

Az edénykísérletek — és különösen ennek *Mitscherlich*-féle kivitele — igen értékes a növényfiziológiai törvényszerűségek felderítésére; de mivel a növényfiziológiai sajátságokra a különböző külső tényezőknek is van hatásuk, tehát nem állandóak, addig tehát, amíg ezeket a külső tényezőket kellőleg nem ismerjük és nem ismerjük azt sem, hogy minő hatással vannak az egyes növényfiziológiai sajátságokra, addig pontos számításokat nem is végezhetünk és a trágyák hatásának nagyságát és jövedelmezőségét csak a gazdaság helyszínén végzett szántóföldi kísérletekkel állapíthatjuk meg.

A laboratóriumi talajvizsgálat épen azt célozza, hogy útmutatást adjon a gazdának, hogy minő trágyával kísérletezzék, hogy végcélját gyorsabban és biztosabban elérje.

III. RÉSZ.

A különböző trágyafélék mint a növénytermelés tényezői.



TRÁGYÁNAK nevezünk általában minden olyan anyagot, mely a talajba juttatva annak termőképességét növelheti. Ez a meghatározás nagyon általános, ezért célszerű a különböző trágyaanyagokat természetük és összetételük alapján csoportosítani. Ezt a csoportosítást tünteti fel a következő összeállítás :

A különböző trágyafélék csoportosítása.

A) *Közvetlen hatású trágyafélék.*

I. Teljes trágyák.

1. Istállótrágya.
2. Fekáltrágya.
3. Komposzt.

II. Átmeneti trágyák.

1. Zöldtrágya.
2. Polyók iszapja.

III. Egyoldalú trágyák.

1. Foszforsavtrágyák.
2. Nitrogéntrágyák.
3. Káliumtrágyák.
4. Műtrágyakeverékek.

B) *Közvetve ható trágyafélék.*

1. Mésztrágyák. 2. Talajoltószerek. 3. Humuszt trágyák.

Ha kutatjuk a különböző trágyafélék hatásának okait, illetve tényezőit, azt találjuk, hogy azok részint kémiai, részint fizikai, részint biológiai természetűek. Kémiaiaknak nevezem azokat a tényezőket, melyek a trágyaanyag kémiai összetételéből és kémiai hatásából ; — fizikaiaknak, melyek a trágya fizikai sajátásaiból, illetve hatásából — és biológiaiaknak, melyek a trágyaanyag biológiai összetételéből és hatásából erednek. Így pl. a trágyákban foglalt növényi tápanyagok, ú. m. foszforsav, nitrogén, kálium, mész stb. a trágya kémiai összetételével kapcsolatosak és a trágyák kémiai természetéből erednek. Ellenben az istállótrágya szerves anyaga nem kémiai összetételéből, hanem fizikai természetéből kifolyólag a talaj fizikai strukturáját javítja meg. Az istállótrágyában foglalt mikroorganizmusok pedig a talajoknak hasznos baktériumokkal való benépesítését segítik elő.

A trágyák hatása azonban lehet közvetetlen vagy közvetett, vagy mind a kettő. Közvetetlen hatásnak nevezzük azt, midőn a hatás főképen a trágyák növényi tápanyagtartalmán fordul meg. Így pl. a szuperfoszfát vízben oldható foszforsavja, a csilisalétróm nitrogénje, illetve a 40%-os káli káliumtartalma szabja meg az említett trágyák termést növelő hatását. Azonban ha savanyú talajt meszezzünk vagy lúgos talajt gipszezzünk, illetve kénsavval savanyítunk, ez esetben ugyan a mész mint növényi tápanyag is érvényesülhet, de a főhatás közvetett, vagyis a talaj reakcióállapotának megjavítása és vele mindaz a fizikai és biológiai hatás, ami ebből önként következik. Ezért a mésztrágyákat a közvetett hatású trágyák közé sorozhatjuk.

Azokat a trágyaféléket, melyekben az összes szükséges növényi tápanyag egyesítve van, továbbá a fizikai

és biológiai hatás is eléggé kimagasló, ezen minden irányú hatásuknál fogva *teljes trágyáknak* nevezzük. Ilyenek a legtöbb természetes trágya, melyeket különböző hulladékokból bizonyos érlelési, illetve konzerválási eljárással készítünk elő a talaj részére. Ilyenek az istállótrágya, fekáliák és komposztföld. Ezeknek mintegy ellentétét az *egyoldalú trágyák* alkotják, melyek rendszeren gyári úton készülnek és ezért *mesterséges* vagy *műtrágyáknak* is neveztetnek. Ezeknek hatása nagyrészt egyes tápanyagoktól (foszforsav, nitrogén és kálium) ered. Még ha teljes műtrágyakeveréket is készítünk, akkor is hiányozni fog a fizikai és biológiai hatóanyag, mely a teljestrágyák elmaradhatatlan kiegészítője.

Vége a zöldtrágya és a folyók iszapja, hol teljes hatású, hol nagyon egyoldalú lehet. Mert ha a zöldtrágyanövényt (nitrogént gyűjtő növények) foszforral és káliummal trágyázzuk és így szántjuk alá, akkor nemcsak nitrogénnel, de foszforral és káliummal is gazdagítottuk a talajt és a zöld elhalt növényi anyag fizikailag és biológiailag is jó hatást fejt ki. A folyók iszapja is lehet egyszerű ásványi törmelék vagy televényes hordalék, mely utóbbi az istállótrágya hatásával vetekszik.

A trágyafélék rendeltetése a talaj termőerejét fenntartani vagy növelni. E tekintetben a teljes trágyákat hasznosan egészítik ki az egyoldalú trágyák. Sok ellentétes vélemény kering arról, hogy mennyiben pótolhatjuk az istállótrágyát műtrágyákkal, vagy általánosabban szólva, a teljes trágyát az egyoldalú trágyákkal. Kétségtelen ugyanis az, hogy a műtrágyáknak az a nagy előnyük, hogy azok a szükséghez mérten bármikor rendelkezésre állanak, holott a teljes trágyák előállítás a gazdaság keretében történik és sok hozzáértést, gondozást és egyéb gazdasági előfeltételeket kíván. Így pl. ahol az állattartás nem hasznos, ahol az igaerőt a gépi erő váltja fel, mászóval, ahol költséges az istállótrágya nyerése, ott igen

életbevágó fontosságú annak eldöntése, hogy *lehet-e egyáltalán az istállótrágyát műtrágyákkal teljesen pótolni?* Ismeretes, hogy Németországban egyes gazdaságokban, kivételes körülmények között, éveken át sikerült állattartás nélkül, tisztán műtrágyákkal, haszonnal gazdálkodni. Ámde ez még nem bizonyítja azt, hogy ez a gazdálkodási mód általában célirányos. Cserhádi Sándor növénytermelési szakkönyvében,¹ midőn a mesterséges trágyafélék jelentőségét ismerteti, mindjárt e fejezetnek elején leszögezi, hogy *«a mesterséges trágyák az istállótrágyát teljesen sohasem pótolhatják»*. Majd a fejezet végén, miután ismertette már általában a műtrágyák jelentőségét, ismét hangsúlyozza, hogy *«a mesterséges trágyaféléknek nem az a feladatuk, hogy fölöslegessé tegyék az istállótrágyát, hanem, hogy annak hatását kiegészítsék, növeljék, hiányait pótolják»*. *«... Az istállótrágyát szaporítani kell addig, ameddig azt ésszerűen tenni lehet és ha ezenkívül még célszerűnek mutatkozik a mesterséges trágyafélék alkalmazása, használjunk belőle annyit, amennyit csak haszonnal alkalmazhatunk.»*

Végre a mesterséges trágyák jelentőségét tárgyaló fejezetet e szavakkal fejezi be Cserhádi: *«A kérdés tehát sohasem úgy állítandó fel: istállótrágya-e vagy műtrágya, hanem istállótrágya-e egyedül vagy istállótrágya és műtrágya?»*

Cserhátinak helyes gyakorlati érzékkel és elméleti tudással megállapított tételét kb. 20 évvel később Sir John Russell, a rothamsteedi legrégibb kísérleti állomás igazgatója, 75 évre visszamenő állandó kísérletezés adatai alapján nemcsak kísérleti alapon beigazolja, de újabb megvilágításba helyezi.² A rothamsteedi kísérleti állomás-

¹ Cserhádi Sándor: Általános és különleges növénytermelés. I. kötet, 391. l. Magyaróvár. 1900.

² Sir John Russell: Farm soil and its improvement. London. 1923.

nak egyik nevezetessége, hogy az ú. n. «broad balk field»-en már több mint 75 éve vannak trágyázott táblák, melyek egész idő alatt évről-évre egyenlő trágyázásban részesültek. Vannak itt azután olyan táblák is, melyek csak istállótrágyát, illetve csak műtrágyát kaptak évente. Az általános eredmény pedig az volt, hogy a teljes műtrágyakeverék nem tudta a 75 év alatt a terméseket annyira kiegyenlítőten növelni, mint az istállótrágya. Az istállótrágyánál az évi ingadozások a minimumra szállottak és a termésátlag még a teljes műtrágyakeverék átlagát is felülmúlta. Igaz, hogy egyes években ez utóbbi messze felülmúlta az istállótrágyázottat, de azután a visszaesések is annál nagyobbak voltak. Általában ezen tapasztalatok értelmében a műtrágyák hatása a termésre nem olyan biztos és kiegyenlített, mint az istállótrágyáé. Az évi ingadozások, melyben nagy része van az időjárásnak, a műtrágyák esetében sokkal nagyobbak, mint istállótrágya esetében.

Ha igaz ez Anglia nedves és a tenger által kiegyenlített éghajlatában, még fokozottabb mértékben érvényes ez az elv a mi szélsőséges és szárazságra hajló kontinentális éghajlatunkban. Azért nem lehet eléggé és elégszer hangsúlyozni és aláhúzni a magyar gazdáknak, hogy elsősorban arra törekedjenek, hogy *minél több és minél jobb istállótrágyát* állítsanak elő, mert ezzel biztosíthatják legjobban a műtrágyák tökéletes érvényesülését. Ezt könnyű belátni, ha megfontoljuk, hogy az istállótrágya ellátja a talajt mindazokkal a szükséges kellékekkel és sajátságokkal, melyek a mesterséges trágyákból teljesen hiányoznak, sőt sok esetben a mesterséges trágyáknak a talajra káros hatását épen az istállótrágyával lehet legjobban ellensúlyozni. Ilyen pl. a talaj elkéregesedése, mely a gyakori műtrágyázásnak nem ritkán káros következménye és istállótrágyázással gyorsan megszüntethető vagy előre elhárítható.

Az istállótrágya a műtrágyáktól, hatását tekintve, főképen abban különbözik, hogy az nem egy, kettő vagy három fontos növényi tápanyagot tartalmaz, de valamennyit, amire a gazdasági növényeknek szükségük lehet és ehhez járul még az istállótrágya fizikai és biológiai hatása. E tekintetben a főszerepet az istállótrágya holt és élő szerves anyaga játssza. Az istállótrágya ugyanis az állati ürülékek és szalma (vagy más alom) összeérett, többé-kevésbbé egynemű keveréke, mely tehát főképen bomló szerves anyagokból, az ú. n. humuszból — *«televény»*-ből — áll. Ez a humusz a talaj fizikai sajátosságait kedvezően befolyásolja, mert a túlságosan laza szerkezetű talajt megköti, a túlkötött agyagot fellazítja és általában minden talaj porhanyó és morzsás szerkezetét elősegíti, mely a legelőnyösebb a mezőgazdasági növények termelésére. A humusz továbbá a talaj tápanyagmegkötő tehetségének egyik leghathatósabb eszköze. Mert az újabb kutatások beigazolták, hogy a talajban végbemenő kémiai reakciók működési tere a talajban található *humusz-zeolit-komplexum*. Ha tehát a talaj humusztartalmát növeljük, akkor ezt a becses talajrészlet gazdagítjuk, mely szabályozza a talaj kémiai jellegét, fizikai sajátosságait és biológiai karakterét.

A bomló szerves anyagok ugyanis a talaj apró népeségének (*«Soil Population»* Russell szerint) a nélkülözhetetlen tápanyagai és erőforrásai. Szerves táplálék híján a legtöbb talajbaktérium életképtelen. Egyedül a nitrifikáló baktériumok fedezik szén-szükségletüket a levegő széndioxidjából és energiaszükségletüket az ammoniának oxidálása közben felszabaduló energiából. A többi fontos talajbaktérium, mint pl. az azotobakterek, vagyis nitrogénkötők, továbbá az ammoniaképzők stb. mind szerves vegyületekből merítik szén-szükségletüket és energiaforrásukat.

Az istállótrágya még hozzá a fontos talajbaktériumok

milliárdjait viszi a talajba. Igaz, hogy ezek a jó termőerőben lévő talajban rendszeren elegendő mennyiségben már megvannak; de minél inkább veszít a talaj jó termőerejéből, minél kedvezőtlenebbé válik az intenzív termeléssel és egyoldalú műtrágyázással a talaj fizikai állapota: annál kedvezőtlenebb irányba tolódik el a talajnépesség egyensúlyi állapota, úgyhogy az istállótrágyával a talajba vitt új népesség sokszor még a termékeny talajnak félretolódott mikrobiológiai egyensúlyát is megjavíthatja és általában a talaj beéredését és tevékenységét előmozdítja. Már pedig a talaj hasznosítása szempontjából a tevékenység a legértékesebb tulajdonság, mert ez biztosítja a talajban rejlő és talajba fektetett tőkének gyors értékesítését.

Ámde az istállótrágya nem minden és nem is mindenkor a legolcsóbb, tehát legokoszerűbb trágyaszer. Mert először is a különböző gazdasági növények táplálékanyag igénye, miként már láttuk, nagyon különböző és sajátos. A talajok tápanyagkészlete is nagyon változó és nem mindig a termelendő növény igényeit elégíti ki. Ezzel szemben az istállótrágya ugyan valamennyi szükséges tápanyagból tartalmaz több-kevesebb mennyiséget, de nem mindenkor abban az arányban és a növények által is felvehető alakban, miként azt az adott talajviszonyok és a termelendő gazdasági növény sajátos igénye megkívánja. Ezért, ha a talaj és a termelendő növény sajátos természete pl. könnyen oldható foszforsavat kíván lényegesebb mértékben, ezt istállótrágyával nagyon körülményesen és költségesen adhatnók meg, és pedig ezzel egyidejűleg a talaj nitrogén-, kálium- stb. tápanyagkészletét fölöslegesen, sőt károsan is felszaporítanók. Mert az újabb trágyázástani tapasztalatok abba az irányba terelik a szakemberek véleményét, hogy *a különböző növényi tápanyagok optimális aránya biztosítja a legjobb eredményt.* Ezt pedig csupán istállótrágyával ki-

egyensúlyozni lehetetlen. *Itt van az a pont, melyen az egyoldalú trágyák igazi gazdasági jelentősége kicsúcsosodik.* Ilyen értelemben azt is állíthatjuk, hogy valamiként a fent kifejtett szempontokból az istállótrágyát semmiféle műtrágyával vagy azoknak bármily tökéletes keverékével pótolni nem lehet: épúgy az optimális tápanyagkészletet és ebben a fontos tápanyagok optimális arányát tisztán istállótrágyával beállítani nem lehet, e tekintetben tehát a műtrágyák pótolhatatlan termelési tényezők.

A két tételt tehát következőkép foglalhatjuk össze egy trágyázási elvben: *a talajnak állandó termőerejét csak az istállótrágya vagy vele rokon egyéb teljes hatású szerves trágya biztosíthatja, azonban az egyes növények speciális igényeit és a talajnak egyoldalú hiányait csakis a megfelelő egyoldalú trágyafélékkel, illetve azok megfelelő keverékével egyensúlyozhatjuk ki.*

A közvetve ható trágyafélék végre sok tekintetben a teljes trágyák, más tekintetben az egyoldalú trágyák jellegével bírnak. Mert a közvetve ható trágyafélék rendszeren a talaj általános kémiai jellegét, fizikai vagy biológiai állapotát javítják meg és így közvetve segítik elő a növények táplálkozását. Ámde a hatás jellegét tekintve egyoldalúak, mert pl. az égetett mész lúgossá, a gipsz savanyúvá teheti a talajt. A talajoltószerek (baktériumkultúrák) is egyoldalú hatással bírnak, ezért csak olyan talajba alkalmazandók, ahol erre az egyoldalú hatásra épen szükség van. Meszezni mészdús talajon nemcsak fölösleges, de káros is lehet, a helytelenül alkalmazott talajoltás pedig kidobott pénz akár csak a rosszul alkalmazott műtrágya.

A közvetve ható trágyafélék jelentőségét röviden úgy jellemezhetném, hogy ezek *orvosszerek* a talajok beteges jelenségeinek kiküszöbölésére. De miként az orvosság helytelenül alkalmazva nemcsak hatástalan, de káros is lehet, a *közvetve ható trágyaféléket* is csak akkor és ott

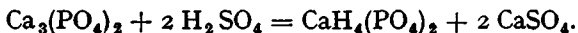
alkalmazzuk, ahol rájuk éppen szükség van és olyan adagban, ami éppen szükséges.

1. A trágyák összetétele és hatótényezői.

Ma már átment a köztudatba, hogy ha valaminő trágyának belértékét ismerni akarjuk, akkor elsősorban annak kémiai összetételét határozzuk meg. Így pl. ha a gazda szuperfoszfátot vesz, megvizsgálhatja a vízben oldható foszforsavtartalmát, mert ez szabja meg a szuperfoszfát trágyaértékét. Ha csilislétromot vagy kénsavas ammóniát vesz, akkor a nitrogént, ha kálitrágyát vásárol, a káliumoxidot vizsgálhatja meg. Ámde, ha más foszforsavtrágyát vásárol, akkor annak értékmérője már nem a vízben oldható foszforsav, hanem pl. a Thomasalak esetében az összfoszforsav, porfinomság és citromsavban oldható foszforsav; Rhenania-foszfát esetében az összfoszforsav és ennek citrátoldhatósága stb.

Ez az illető trágyafélék készítési módjából válik érthetővé. Mellőzve a gyártás műveleteit, itt csak néhány fontosabb kémiai átalakulást fogok ismertetni, melyek a trágyák összetételét közelebbről megvilágítják.

A) *Foszforsavtrágyák.* A szuperfoszfátkészítésnek alapelve az, hogy a nyers foszfátokban foglalt trikálciumfoszfátot $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$ kénsavval (H_2SO_4) úgy bontjuk meg, hogy abból monokalciumfoszfát $[\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2]$ képződjék, mely vízben oldható. Ez a reakció következő egyenlet értelmében megy végbe:



Vagyis szóval kifejezve 1 molekula trikálciumfoszfátra 2 molekula kénsav hat és keletkezik 1 molekula monokalciumfoszfát és 2 molekula kénsavaskalcium, mely a jelenlévő vízzel gipszet alkot. Ezek alapján a szuperfoszfát főanyaga a vízben oldható monokalciumfoszfát

és a gipsz. Mivel a trikálciumfoszfát vízben nem oldódik, a szuperfoszfát vízben oldható foszforsava azt mutatja, hogy mennyi a feltárt foszforsav az illető szuperfoszfátban. Minthogy a fenti egyenlet értelmében 64 súlyrész P_2O_5 -re 132 súlyrész H_2SO_4 szükséges, a nyersfoszfátból a kénsav hozzáadása után kb. kétszeres mennyiségű szuperfoszfát készül. Így önként adódik, hogy a 30—34% P_2O_5 -t tartalmazó nyersfoszfátokból 16%-os, ezeknél gazdagabb nyersfoszfátokból magasabb, szegényebb foszfátokból alacsonyabb százaléktartalmú szuperfoszfátot kapunk. A gyárak rendesen úgy járnak el, hogy a különböző készítményeket bizonyos határozott, vízben oldható foszforsavtartalomra, pl. 16%-ra állítják be és ezt a mennyiséget garantálják. Ezért igen becses a gazdának, hogy ha szuperfoszfátot vásárol, mindig győződjék meg arról, hogy valóban meg van-e a garantált vízben oldható foszforsavtartalma, mert ha nem volna meg, akkor kártérítést követelhet, sőt ha a mintavétel két tanu jelenlétében, az 1895. XLIV. t.-c. értelmében történik, akkor még kihágási eljárás is indítható az eladó vagy a gyáros ellen.

Szuperfoszfátiparunk dicséretére legyen mondvá, az utóbbi években, mióta a különböző hangzatos nevű foszfáttrágyát sikerült a piacról kiirtani és a gyárak nagyrészt közvetlenül a gazdával vagy gazdasági közületekkel bonyolítják le a forgalmat, azóta alig fordult elő trágyahamisítási eset.

Sokat vitatott kérdés újabban az, hogy vajjon a szuperfoszfát *savanyú hatású-e* a talajban s így *savanyú talajra nem való-e*, mert növeli annak savanyúságát és *káros a növényzetre?* — Azt is sokszor olvashatjuk, hogy vannak fiziológiailag savanyú trágyák és hogy ennél fogva savanyú talajokra inkább lúgos hatású, lúgos talajokra savanyú hatású trágyákat alkalmazzunk. Kétségtelen az, hogy a szuperfoszfátban a monokálciumfoszfát sava-

nyú reakciójú vegyület. Így pl. 0.2%-os vizes oldatának pH-értéke = 5.07. Az is kétségtelen, hogy a szuperfoszfát másik főanyaga a gipsz, ámbár magában véve neutralis só, a szódás talajok lúgosságát teljesen közömbösítheti, sőt erősen savanyú talajok esetében még szabad kénsav is kimutatható a gipsz hatására. Ezek alapján ítéelve a szuperfoszfátot savanyú trágyának minősíthetjük. Ámde fiziológiailag a szuperfoszfát inkább alkalikus, mert ha a növény több foszforsavat vesz fel, mint kalciumot, akkor a kalciumion felhalmozódik és lúgos hatást vált ki a talajban. Ez azonban csak olyan talajban fordulhat elő, ahol a növény bőven talál egyéb kalciumot, mely könnyebben felvehető. Ez esetben pedig a szuperfoszfát eredeti monokalciumfoszfátja amúgy is hamar di-, illetve trikalciummá alakul át, amely vegyületek már amúgy is neutrálisak, illetve lúgosak. Ha tehát a talaj meszes vagy a humusz zeolitkomplexum mésszel eléggé telített, úgyhogy a talaj reakciója neutrális vagy gyengén lúgos (kb. pH = 7–8) akkor kétségtelen, hogy a szuperfoszfát savanyú hatása nem fog érvényesülni, inkább még fiziológiailag lúgos hatást vált ki. Az is kétségtelen, hogy vannak savanyú talajok, melyeken a szuperfoszfát vagy egyáltalán nem, vagy csak gyengén érvényesül, ahol a Thomas-salak vagy Rhenania-foszfát jól hat. Azt azonban még nem tudjuk, hogy melyik savanyúsági határ az, ahol ez a káros hatás bekövetkezik, sőt még azt sem tudjuk biztosan, hogy az elmaradt hatás a reakció savanyúvá változása vagy egyéb talajreakciók miatt állott elő. Mészszegény és savanyú talajokban ugyanis gyakori, hogy a vas- és aluminiumionok mobilisakká lesznek és ezek kötik le a vízben oldható foszforsavat. Ez esetben a szuperfoszfát hatása nem azért marad el, mert növeli a talaj savanyúságát, hanem azért, mert a képződött vas-, illetve aluminiumfoszfátok nehezen oldhatók és így a növény

gyökerei által kisebb mértékben felvehetők, mint a meszes talajban képződött dikalciumfoszfát.

Látnivaló ezekből, hogy a szuperfoszfát bizonyos talajokban lehet savanyú, illetve lúgos hatású, de legtöbb esetben neutrális, mert a savanyú hatás a talajban és a növény által kiegyenlítődik.

Határozottan lúgos foszforsavtrágya a *Thomas-salak* és kisebb mértékben a *Rhenania-foszfát*. A Thomas-salakban a foszforsav valószínűleg kalciumsilikotetrafoszfát alakjában fordul elő, mely vízben nem, csak citromsavban oldódik. A talajban egyrészt a talajnedveség szénsavja megbontja, másrészt a növény gyökere közvetlenül oldja s így, ha nem is olyan mértékben, mint a szuperfoszfát, de szintén igen hatásos foszforsavat tartalmaz. Mai talajtani ismereteink szemszögéből tekintve, teljesen hibás volt az a régi törekvés, hogy különböző talajokon összehasonlító kísérleteket végeztek szuperfoszfáttal, illetve Thomas-salakkal, hogy megállapítsák, milyen viszonyban van a szuperfoszfát foszforsavjának hatása a Thomas-salakéhoz.

Mert a Thomas-salak esetében épúgy, mint a szuperfoszfát esetében már kifejtettem, az egész trágya anyaga reakcióba lép a talajjal és a növényvel. Így a kombinációknak és variációknak annyi esete fordulhat elő, hogy ezekből még csak megközelítőleg is nehéz megállapítani, hogy miként viszonylik e két trágya hatása egymáshoz. De ha kapnánk is egy nagy átlagot, ebből a konkrét esetre következtetéseket vonni nem lehet. Szigorúan mindenkor csak a közvetlen kísérleti tapasztalat döntheti el, hogy adott körülmények között melyik a jövedelmezőbb trágyázás.

Ámde hiba volna ebből a megállapításból azt következtetni, hogy ma ezek szerint kevesebbet tudunk e tekintetben biztosat ajánlani, mint régebben. Ellenkezőleg, ma nemcsak biztosabb alapon ajánlhatjuk azt, amit

a régebbi tapasztalatokból a szakemberek megállapítottak, hanem olyan körülményeket is előre megmondhatunk, melyekre régebben figyelemmel sem voltak. Itt megint a talajreakció felismerésével újabb megvilágításba került sok régi tapasztalat.

A Thomas-salak ugyanis határozottan lúgos trágya. Nemcsak azért, mert a tetrakalciumfoszfát már magábanvéve is lúgos reakciójú és fiziológiai hatása is lúgos, de különösen azért, mivel a Thomas-salak tulajdonképp lúgos salak, mely szabad mészoxidot (CaO) és magnéziát (MgO) tartalmaz. Ezért savanyú talajokra kiválóan alkalmas. Régi tapasztalat, hogy savanyú felláptalajokat, ha Thomas-salakkal trágyázták, sokszor a meszezés egészen felesleges volt. Ez az eset még gyakoribb az olyan gyengén savanyú talajok esetében, melyek csak kismérvű meszezést kívánnak. Ilyen esetekben tehát a Thomas-salak egyszerre mint foszforsav- és mésztrágya hat. Még hozzá a savanyú talajban a Thomas-salak foszforsavja könnyebben oldódik, mint különben, mert foszforsavja vízben nem oldódik, csak gyenge savakban. Már lúgos, különösen szódás talaj esetében a Thomas-salak nem ajánlatos, mert a talaj lúgosságát még csak növeli. Neutrális talajok esetében mindenesetre attól függ, hogy milyen növényt akarunk trágyázni és milyen a talaj egyébként. Ha gyors hatásra van szükség, akkor a szuperfoszfát mindenesetre neutrális talajokon ajánlatosabb, de egyúttal nagyobb kockázattal jár, mert a növényzetet fiatal korban meghajtja s ha azután valami váratlan növénykár vagy szárazság éri, a kár is nagyobb, mint a lassúbb hatású Thomas-salak esetében. Ha ellenkezőleg, tartósabb hatásra számítunk, vagy a talaj laza, homokos, ahol a kilúgzás veszélye fennforog, akkor ismét a Thomas-salak biztosabb.

Sajnos, a háború óta nálunk kevés Thomas-salak kerül forgalomba, mert külföldről kell beszerezni és igen drága.

Helyette a Rhenania-foszfátot ajánlják utóbbi években, melynek gyártása a háború alatt kezdődött. Ez is feltárt nyers foszfát, de nem kénsavval tárják fel, mint a szuperfoszfátot, hanem különböző alkáliákkal $1100-1200^{\circ}$ C-ra hevítik, miáltal az eredeti trikálciumfoszfát citrátoldhatóvá válik. Foszforsavtartalma $24-30\%$, mésztartalma $40-42\%$, emellett tartalmaz még $1-3\%$ káliumot és kb. 1% magnéziát. Kalcium és egyéb alkálitartalma miatt gyengén lúgos hatást fejthet ki savanyú talajokon. De maga a trágya neutrális, mert a mész nincs benne szabadon, mint a Thomas-salakban. Mégis előfordult, hogy savanyú talajokon, hol a szuperfoszfát gyengén hatott, a Rhenania jól érvényesült. Ennek is legnagyobb baja, hogy nálunk drága, mert Németország nyugati részéből vasúton szállítják ide és ez nagyon megdrágítja, amíg idejön. A másik baja, ami elterjedésének nálunk útját állja, hogy még nálunk nem eléggé ismerik gazdáink és így meg sem tudják ítélni, hogy alkalmazása miféle gazdasági előnyöket biztosít. A talaj- és növényigényeket illetően a Rhenania-foszfát mindenüvé alkalmas, ahol szuperfoszfát vagy Thomas-salak alkalmazható, mert a savanyú talajon közömbösítő hatású, neutrális vagy lúgos talajon pedig nem fejt ki lúgos hatást, mint a Thomassalak. Foszforsavoldhatósága is valamivel jobb a Thomas-salakénál, mert nemcsak citromsavban, de ammonitrátban is tekintélyes mértékben oldódik. Nagy előnye az is, hogy rendszeren több citromsavban oldható foszforsavat tartalmaz, mint a Thomas-salak, úgyhogy nem ritkán kétannyi Thomas-salakot kell alkalmazni, mint Rhenania-foszfátot. A szuperfoszfát vízben oldható foszforsavja is jóval kevesebb szokott lenni. Így azután a Rhenania magasabb árával szemben áll a kevesebb fuvar költség és munkadíj a kiszórásnál, ami a mai viszonyok között nem elhanyagolható. Ha pl. a gazda búza alá kat. holdanként 2 q szuperfoszfátot akar

kihordatni 16% vízben oldható foszforsavval, akkor ez kat. holdanként 32 kg P_2O_5 -nek felel meg; 24%-os Rhenania-foszfátból 200 kg helyett csak 133 kg szükséges kat. holdanként, vagyis 100 holdra számítva 77 métermázssával kevesebbet kell fuvarozni és kiszórni.

Németországban újabban sikerült olyan eljárást fel találni, mellyel még sokkal koncentráltabb trágyákat is tudnak előállítani, mert nem tartalmaznak mellékanyagokat, csak növényi tápanyagot. Ezekről még a műtrágyakeverékek tárgyalásánál fogok megemlékezni. A többi foszforsavtrágya nálunk nem igen kerül forgalomba s ezért itt mellőzhetjük.

B) Nitrogéntrágyák.

A *nitrogéntrágyák* közül három érdemel külön figyelmet, ú. m. a salétromtrágyák, ammoniatrágyák és a mésznitrogén.

A *salétromtrágyák* három nemét találjuk ma a forgalomban, ú. m. a csilisalétromot, a norvégsalétromot és az ammoniasalétromot. A gazdasági növények a nitrogént legkönnyebben salétromsavgyök ($NO_3 =$ salétromsavion) alakjában veszik fel. Ezért a salétromsavtrágyákat a leggyorsabb hatású nitrogéntrágyáknak minősíthetjük. Annak közelebbi okát ma még nem tudjuk, hogy miért a salétromsavion az a vegyületcsoport, melyet a gazdasági növények legkönnyebben vesznek fel és értékesítenek, aminthogy azt sem tudjuk még, hogy az így felvett nitrogénből hogyan lesz a fehérjemolekula. Tény az, hogy gazdasági növényeink a nitrogént nemcsak salétromsavion alakjában, de ammoniumgyök ($H_4N^+ =$ ammoniumion), sőt egyszerűbb szerves vegyületek, pl. karbamid $\left(\begin{array}{c} -NH_2 \\ C=O \\ -NH_2 \end{array} \right)$ alakjában is felveszik. Arról is tudunk,

hogy akárhányszor a kénsavasammónia jobb hatást fejtett ki, mint a csilisalétrom. Nem áll tehát az a nagyon elterjedt nézet, hogy a gazdasági növények csak a salétromnitrogént tudják értékesíteni. Mégis az esetek többsége azt bizonyítja, hogy a salétromnitrogén általában gyorsabb és tökéletesebb hatású, mint az ammonianitrogén, ha kilúgzási veszteség vagy más zavaró mellékhatás közbe nem jön. Az is megállapítható, hogy az ammoniatrágyák legjobban azokon a talajokon érvényesülnek, melyekben élénk a nitrifikáció, amely talajokban tehát adva van a lehetőség arra, hogy az ammonianitrogén gyorsan salétromsavnitrogénné alakuljon és így vétessék fel a növény gyökerei által. Azt tehát nehéz volna eldönteni, hogy még ammoniatrágyák esetében is mennyi nitrogént vett fel a növény salétromsavion, illetőleg ammoniumion alakjában. Tény az, hogy a salétromsaviont még a levelek sejtjeinek protoplazmájában is sikerült kimutatni, ami azt bizonyítja, hogy a gyökerek útján felvett salétromsavion a sejteken és edénynyalábokon át a növény testének bármely részébe elvándorolhat anélkül, hogy előbb át kellene alakulnia más nitrogénvegyületté.

Az is tény, hogy a felvett nitrogén a növényi szervezetben növényi fehérjevegyületeket alkot, amelyek alkotásában a nitrogént megtaláljuk ugyan, de már nem salétromsavgyök (NO_3) alakjában, hanem az ammoniumgyökhöz (NH_4) közelálló atomcsoportokban az ú. n. amidgyök (NH_2) alakjában. A híres *Fischer Emil dr.* német tudós korszakot alkotó felfedezéseiből tudjuk, hogy a fehérjék általában, s így a növényi fehérjék is ú. n. alfa-aminosavak ($-\text{CHNH}_2-\text{COOH}$) összetevéséből épültek fel. Azt is tudjuk ma már, hogyha a növényi fehérjeanyagokat építőköveikre bontjuk szét, ezek közt nem találunk salétromsavgyököt, csak különböző amidvegyületeket (pl. asparagin, glutamin, tyrosin stb.).

Az amidvegyületek pedig a szerves kémia tanítása értelmében szerves ammoniaszármazékok.

Mindenesetre különös sajátsága ez a gazdasági növényeknek, hogy noha feltudják venni az ammonianitrogént és egyes amidokat is, sőt valószínűleg a salétromnitrogén a növényi szervezetben mielőtt fehérjévé alakul, előbb amidnitrogénné lesz, mégis sem az ammonia, sem az amidnitrogén nem olyan kedvező nitrogéntápláléknak, mint a salétromnitrogén. Ezért ha nem nitrátokkal trágyázunk is, mindig arra törekszünk, hogy a talajban a nitrifikáció élénk legyen. Mert ez esetben az ammonia- és amidnitrogén is gyorsan salétromnitrogénné alakul és a növények gyorsan felveszik.

Amde hibás volna ebből azt következtetni, hogy miután a salétromnitrogén a legalkalmasabb a gazdasági növények nitrogéntáplálására, azért a nitrátok mindenkor a legjobb műtrágyák. Mert sokszor nem is kívánatos, hogy a fiatal növény igen sok nitrogént vegyen fel, mert pl. könnyen meghajtja a levélzetet és azután a szárazságot jobban megérzi. Másfelől a salétromnitrogént a talaj chemiailag nem köti meg, mert a salétromsavvegyületek vízben mind igen jól oldódnak és a talaj abszorpciós-komplexuma a salétromsaviont nem képes visszatartani. Az a salétromnitrogén tehát, melyet a növény hamarosan fel nem vesz, hacsak talajbaktériumok fel nem veszik, az a talajból kilúgozódik, a mélységbe jut és könnyen egyszersmindenkorra elveszett. Ezzel ellentétben az ammonianitrogént a talaj chemiailag megköti, tehát nem vész el, ha nem is használódik fel mindjárt. Természetes, hogy tiszta homoktalaj esetében, mely nem rendelkezik humusz-zeolit-komplexummal, vagy legalább is kapilláris hézagokat alkotó finom homokkal, az ammoniumsó is kilúgozódik, mert vízben jól oldódik. Ilyen esetekben csak az oldhatatlan nitrogénvegyületek, a szerves nitrogéntrágyák nyújtanak biztosítékot a kilúgzás ellen.

Ami ezekután a három fentemlített salétromtrágyát illeti, a három között a különbség az, hogy a csilisalétrom salétromsavas nátrium, a norvégsalétrom salétromsavas kalcium, végre a harmadik salétromsavas ammonium. Az első kettőben a salétromsav alkalicémetekhez (Na ill. Ca) van kötve, a harmadikban ammoniumgyök-höz (NH_4). Ez utóbbi tehát ammonium és salétromtrágya együttesen.

Ha e három salétromsavvegyület fiziológiai hatását vizsgáljuk, valamennyi lúgos hatású, még pedig leglúgosabb a csili-, legkevésbé lúgos az ammoniasalétrom. Ezért a csilisalétrommal lúgos talajokon óvatosak legyünk, mert a talaj lúgosságát növeli és kérgességet, vagy éppen elszikesedést okozhat. Ez a veszély a mészsálétrom esetében nem forog fenn. Ellenkezőleg ez a szikes talaj lúgosságát csökkenteni fogja, mert a kalciumkation az esetleges szódát a talajban megbontja és a humusz-zeolitkomplexum nátriumát kicseréli s így a szikest normális talajjá alakítja át. Itt tehát megint az az érdekes jelenség, hogy a fiziológiailag lúgos hatású só a talajban savanyú hatást vált ki. Az ammoniasalétrom is a talajban inkább savanyú, mint lúgos hatást eredményez, mert az ammonia salétromsavvá oxidálódván, a savionokat szaporítja a talajban. Ezért rendszeren a neutrális trágyákhoz számítják, mely egyes esetekben savanyú, más esetekben lúgos hatású is lehet.

A csilisalétrom természetes előfordulás a csilei salétrommezőkön, míg a másik kettő a levegő nitrogénjéből mesterségesen megkötött nitrogén. Ezért minél jobban apadni fog a természetes salétromforrás, annál jobban nő a norvégsalétrom és ammoniasalétrom jelentősége. A norvégsalétromnak már most is az az előnye a csilisalétromhoz viszonyítva, hogy mésztartalmánál fogva a talaj struktúráját nem rontja, sőt javítja és a talajt nem szikesíti el. Az ammoniasalétromnak pedig az a nagy előnye, hogy igen

koncentrált nitrogéntrágya (kb. 50% N-t is tartalmazhat), továbbá benne mintegy egyesítve van a gyorsabb hatású salétromnitrogén a lassúbb hatású ammonianitrogénnel.

Az ammonianitrogén rendszeren mint kénsavas ammonium kerül forgalomba, csak újabban próbálkoznak a szénsavas ammoniummal. A háború előtt az összes ammoniatrágya úgyszólván a gázgyártás mellékterméke volt. De a háború alatt a *Haber*-féle eljárással sikerült a levegő nitrogénjét hidrogénnel egyesíteni és így korlátlan mennyiségben ammoniát gyárthatni. Az így kapott ammoniagázt azután vagy oxidálják részben és kapják a salétromsavas ammoniát, vagy kénsavval lekötik és kénsavas ammoniává alakítják, vagy szénsavval egyesítik. Az ammoniának harmadik forrása ma a mésznitrogén vagy kalciumcyanamid, melynek nitrogénje vízgőzzel könnyen ammoniává alakul, mely azután vagy leköthető savval vagy oxidálható salétromsavvá.

Az ammonium szulfátrágya rendszeren 18% nitrogént tartalmaz és valamivel lassúbb hatású szokott lenni, mint a csilisalétrom. De fiziologiaiailag is savanyú hatású és a talajt is határozottan megsavanyítja. Ezért inkább lúgos vagy közömbös talajokra való, vagy olyan növények alá, melyek a savanyú talajreakciót bírják vagy kedvelik, mint pl. a burgonya.

Végre a mésznitrogén vagy kalciumcyanamid egyike a legérdekesebb új műtrágyáknak. Úgy készül, hogy az izzó kalciumkarbidon keresztül a levegőből elkülönített tiszta nitrogént vezetnek. Az így kapott kalciumcyanamid (CaC_2N_2) magában véve nem növényi tápanyag, de a talajban azzá válik épúgy, miként vízgőzzel ammoniává alakul. Sok kutatás eredményeként azt mondhatjuk, hogy a mésznitrogén a talajban részben kémiai, részben biológiai hatásokra alakul át növényi tápanyaggá. Az átalakulás azzal kezdődik, hogy a talajnedvesség szénsava vagy

más savanyú talajalkotó rész a kalciumcyanamidból lehasítja a kalciumot és felszabadul a cyanamid. Ez nemcsak nem alkalmas még a növények táplálására, de egyenesen mérgező hatású, amint hogy ennek jelenségeit a helytelenül alkalmazott mésznitrogéntrágyázás esetében sokszor tapasztalhatjuk. Ámde a talaj kémiai és biológiai hatására a szabad cyanamid vizet vesz fel és előbb karbamiddá ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), majd szénsavas ammoniává ($(\text{H}_4\text{N}_2)\text{CO}_3$) alakul át és kb. úgy hat, mint az ammoniatrágyák. Ez az átalakulás annál gyorsabb, minél gazdagabb a talaj azokban a tényezőkben, melyek a fenti hatást előidézik. Ez a magyarázata annak, hogy kezdetben a mésznitrogénnel bizonytalan eredményeket értek el.

Miként láttuk, itt kétféle tényezőre van szükség a talajban, hogy a mésznitrogén a fenti értelemben szénsavas-ammoniává átalakuljon: az egyik kémiai, a másik baktériológiai. A kémiai hatás mintegy szétfeszíti a kalciumot a cyanamidtól. Azt tartják, hogy bizonyos vas- és mangán-vegyületek közvetítik katalitikus úton ezt a reakciót. Ezek különösen a vályog- és márgástalajokban találhatók, amely talajok épen ezért nagyon hatásosak. Már a tiszta agyagtalaj sokkal hatástalanabb, a kvarchomoktalaj pedig teljesen hatástalan. Minél több a homoktalajban az agyag, annál jobb lesz a mésznitrogén megbontása szempontjából. A baktériológiai hatás tekintetében a szelíd televényes talaj a legjobb, továbbá mindazon jó művelési állapotban lévő talajok, melyek nem mészszegények és nem túlságosan kötöttek. A humuszszegény homok, nehéz, terméketlen agyagtalajok és általában minden túlsavanyú vagy túlvizenyős talaj baktériumhatása gyenge vagy teljesen hiányzik, ezért ezeken a mésznitrogén mérgező hatása könnyen jelentkezik, ha csak megfelelő talajjavítással és szerves-trágyával a baktériuméletet meg nem javítjuk. Minthogy pedig a szabad cyanamid magukra a talajbaktériumokra is mérgezőleg

hat, azért nagyobb trágyázási adagokat csak tevékeny talajban szabad alkalmazni, nehogy az amúgy is hiányos baktériumflórát a kezdetben felszabadult cyanamid még jobban legyöngítse. A cyanamid magát a csirázó magot is megtámadja, ezért nem szabad a vetéssel nagyon sietni, vagy a trágyázással elkésni.

Jó, kötött és tevékeny talajban ez az átalakulás néhány nap alatt bekövetkezik, homokosabb, televényszegény, illetve tőzeges talajon 2—3 hétig is eltartathat, erősen savanyú talajban vagy sivár homokban még tovább is elhúzódik, vagy egyáltalán nem is alakul át egészen és ilyenkor káros hatású lehet. Ámde az ilyen talajokat addig úgy sem célszerű műtrágyázni, míg egyébként jó termőállapotba nem hozzuk. Ámde még más műtrágya esetében sem okos dolog olyan talajt, mely ilyen rossz tulajdonságokkal rendelkezik, addig műtrágyázni, amíg jobb állapotba nem hoztuk. A különbség azonban az, hogy más műtrágyák esetében legfeljebb a műtrágya hatása nem érvényesül, vagy nem fejt ki azt a teljes hatást, amit jobb állapotú talajon kifejtene; a mésznitrogén esetében azonban direkt kárt okozhat. Ezért *Linter E.* és *dr. Münzinger A.* a mésznitrogénről írt pályanyertes munkájukban a mésznitrogénnel szerzett trágyázási tapasztalatok alapján következő három kategóriába csoportosítják a mésznitrogén hatását a talajviszonyokhoz képest:¹

1. Vannak talajok, melyekben a mésznitrogén olyan gyorsan átalakul, hogy a termésre gyakorolt hatása egyenlő más gyorshatású nitrogéntrágyával, vagy még ezeket felül is multhatja.

2. Vannak talajok, melyeknek átalakító hatása gyengébb s így a termést növelő hatás valamivel gyengébb lesz, de a trágya olcsóbb ára ezt a hiányt kiegyenlíti.

¹ *Linter Eduard* és *dr. Münzinger Adolf*: Kalkstickstoff als Düngemittel. Berlin. 1915. 10. l.

3. Végre vannak talajok, melyekben a mésznitrogén bomlása igen kedvezőtlen s ezért ezekre nem való.

Látnivaló ezekből, hogy a mésznitrogénnel való trágyázás esetében a talaj minősége döntő jelentőségű. De különben is a mésznitrogén sikeres alkalmazása több szakértelmet és elővigyázatot kíván, mint az előbb említett műtrágyák. Már mindjárt a vételkor arra törekedjünk, hogy magas nitrogénszázalékos és frissen készült mésznitrogént követeljünk. A kész termék szürkésfekete, igen könnyű por, melynek nitrogéntartalma 15—22% N között változik, ámde a 15—16% N-t tartalmazó mésznitrogén már azért ilyen alacsony, mert értéktelen anyagokat kevertek hozzá. A jó mésznitrogéntől legalább 18—20% N-t követelhetünk.

Ezenkívül a mésznitrogén még 55—60% CaO-t és mintegy 15—20% szenet is tartalmaz, innen ered szürkésfekete színe. A kereskedelemben kétféle alakban hozzák forgalomba :

1. ú. n. nyers vagyis olajozatlan és

2. mint olajozott vagy kátrányozott mésznitrogént.

Az a körülmény, hogy a mésznitrogén előállításához újabban chlorkalciumot, illetve fluorkalciumot is használnak a nitrogénfelvétel megkönnyítése céljából, a trágya értékére nincs lényeges kihatással. Lényeges azonban a trágya kiszórhatósága szempontjából, hogy olajozott vagy kátrányos árut vegyünk, mert a nyers mésznitrogén nagyon porzik és még a trágyaszórógépben is nehezen kezelhető. Még az olajozott árut is lehetőleg géppel szórjuk ki, mert könnyű por ; vagy ha már kénytelenek vagyunk arra, hogy kézzel szórjuk ki, akkor Thomasalakkal és esetleg még káliumtrágyával keverten szórjuk ki, melyekkel veszély nélkül keverhető. Nem keverhető azonban szuperfoszfáttal vagy kénsavas ammoniával. Ezek, úgy látszik, savanyú hatást váltanak ki, mely a kalciumcyanamidot megbontja. Általában a raktározás

közben is vigyázzunk, hogy száraz helyen raktározzuk, nehogy átnedvesedjék és bomlást szenvedjen. A bomlás itt nem áll meg a cyanamid felszabadulásánál, hanem ez a vegyület könnyen polimerizálódván, dicyandiamid keletkezik, mely azután állandó vegyület s talajba jutva sem alakul tovább és mérges a növényzetre. Ezért annyira fontos, hogy mindenkor friss árut követeljünk és a szállított árut helyesen és lehetőleg rövid ideig raktározzuk és ellenőriztessük, hogy mennyi a nitrogéntartalma és nem tartalmaz-e dicyandiamidot, mely mérges hatású. Mint-hogy az áru a levegőből nedvességet és széndioxidot vesz fel és így is bomlik, érthető, hogy a zsákolt áru rövid ideig tartható. Tartósabb a dobozokban légmentesen elzárt áru, de a dobozok kiürítése kényelmetlen.

Ami végre azt a gyakorlati kérdést illeti, hogy milyen növények alá és mikor alkalmazzuk a mésznitrogént, a szakirodalomban található tapasztalatok ugyan sokszor ellentmondók, mégis általában azt lehet mondani, hogy a mésznitrogén hatása kb. 70—90%-a a salétromnitrogén hatására számítva, és legjobban érvényesül az őszi gabona, különösen a búza esetében, a tavasziak közül a zab jobban értékesíti, mint az árpa. A burgonya esetében a kénsavas-ammonióval kb. egyenlő értékű, a cukor- és takarmányrépa esetében azonban hatása messze elmarad a salétromtrágyáké mögött.

Az ősziek alá ősszel csak kivételesen alkalmazzuk, mert az őszi fejlődést igen meghajtja, ami káros lehet. Ellenben, ha nem érvényesül, akkor a talajból épűgy kilúgozódik, mint akár a kénsavasammonia vagy salétromnitrogén. Mert a talajban a már fent ismertetett átalakulás 2—3 hét alatt végbemegy s akkor már ammonia- vagy salétrom-nitrogénnel van dolgunk. Ezért, ha nagyon szegény a talaj, akkor lehet keveset (pl. 20—30 kg-ot) vetés előtt alkalmazni (a talaj tevékenysége szerint előbb vagy utóbb), de különben legcélszerűbb kb. 60—90 kg-ot kora

távasszal alkalmazni, még pedig vagy a még megfagyott, de száraz talajra, a nedvkeringés megindulása előtt, vagy a tavaszi fejlődés megindultával, midőn már a téli hideg okozta legyengülést a vetés kiheverte. Mert ez esetben a megerősödött növényzet a kezdetben felszabadult cyanamid átmeneti mérgező hatását könnyen kiépüli és pótolja.

A tavasziak alá 8—14 nappal vetés előtt, trágyaszóró géppel kiszórjuk és azonnal a talajjal jól összekeverjük, hogy az átalakulás még a vetés előtt a talajban végbe-menjen. Itt a trágyamennyiséggel bátrabban mehetünk felfelé, egészen 120—200 kg-ig is, csak annyival több időt kell számítanunk az átalakulásra.

Állandó réteket és legelőket is trágyázhatunk mésznitrogénnel, ha a tavaszi fejlődés megindulta előtt alkalmazzuk és 60—90 kg-nál többet nem használunk. Természetesen vizenyős vagy savanyú talajú mezőkön egyáltalán nem szabad mésznitrogént használni, mert akkor káros hatást idéz elő.¹

Nálunk szerves műtrágyák, mint pl. vérlist, szarulist stb. nincs forgalomban, mint külföldön s ezért a szerves nitrogéntrágya hatásáról az istálló- és zöldtrágyával kapcsolatosan fogok szólni. Az *Orsz. M. Kir. Növénytermelési Állomáson* még 1900 és 1901-ben végeztem kísérleteket,² melyekből kitűnt, hogy a szarulist hatásfoka ugyanakkora volt, mint a kénsavasammoniaé, a vérlistté átlagosan kevesebb volt, de szintén érdemes és a híg állati ürülék nitrogénjét felülmúló hatásfokot fejtett

¹ Bővebbet *Linter* és *Münzinger* fent idézett munkájában találunk.

² *Dr. Sigmond Elek*: Különféle nitrogéntrágyák hatásának tanulmányozása, különös tekintettel az istálló- és zöldtrágyára. Kísérletügyi Közlemények. V. kötet. (1902.) 4. füzet.

ki. Ezt azért említtem meg, mert látható ebből, hogy kellő szakértelemmel és szervezettséggel sok értékes nitrogén-trágyát lehetne az állati anyagokat feldolgozó ipar melléktermékei közül a mezőgazdaság számára megmenteni. Így pl. Amerikában a «Tankage» az állati zsírt kiolvasztó üzemek értékes mellékterméke, mely részint mint állati takarmány, részint mint trágya kerül forgalomba egymagában, vagy más műtrágyákkal keverve.

C) Káliumtrágyák.

A káliumtrágyák közül nálunk csak a koncentrált káli-trágyáknak, mint pl. a 40%-os kálinak van gyakorlati jelentősége, mert hazai kálitrágyánk nincs és a messzi vasúti fuvart Németországból csak a koncentrált trágyák bírják el. Hazai káliforrás lehetne a melaszhamuból előállított hamuzsír vagy kénsavaskálium, de ez drága és a fahamu, ami azonban még amikor nagy erdőterületeink megvoltak is, ritkán került piacra, ma pedig igazán csak kivételesen, egyes kisebb területekre szorítkozhat. Kálium-tartalmú szilikátjaink is alig ismeretesek a tekintetben, hogy káliumtrágyaként használhatók-e? — Egyáltalán nálunk a káliumtrágyázás inkább a ritkaságok közé tartozik, mert a gazdák közt az a tudat van elterjedve, hogy a kálium csak homok- vagy tőzegtalajra való. Már pedig ez nem áll, mert akárhányszor a kötöttebb talajaink is káliumszegények.

A régebbi irodalomban sokat olvashattunk a kálisók kísérő alkotórészeinek (chlorid és kénsavgyök) káros hatásáról, különösen mészszegény tőzegtalajokon. Én azt hiszem, hogy ezt az egész irodalmat ma revideálni kellene, hogy megállapítsuk, vajjon a káros hatás a kísérő sóknak, vagy a káliumsók savanyú hatásának tudható-e be? Mert különösen a német tapasztalatok derítették fel, hogy vannak gyengén savanyú tala-

jok, melyeknek pH-ja káliumchloriddal erősen visszaesik. *Kappen* szerint ezeknek van ú. n. kicserélődési aciditása. Ezek mészszegény talajok. Ezeken tehát a káliumtrágyák káros hatása a talaj rejtett aciditásából ered és meszezéssel elhárítható.

D) Mesterséges trágyakeverékek.

A *mesterséges trágyakeverékek* vagy speciális trágyák alap gondolata az, hogy a különböző gazdasági növények sajátos tápanyagigénye különböző. A speciális trágyák tehát a különböző gazdasági növények igényeit akarják kielégíteni. Ámde figyelmen kívül hagyják a talajnak speciális tápanyagkészletét. Ezért nálunk az ilyen speciális trágyák nincsenek forgalomban, hanem a gazda, ha szükséges, maga keveri a műtrágyákat. Kétségtelen, hogy így sokkal céltudatosabban járhatunk el, mert a talajunk és a termelendő növény igényeit tökéletesebben közelíthetjük meg, mint a szabványosan összeállított trágyakeverékekkel.

Amerikában azonban a szabványos trágyakeverékek használata nagyon terjed. Így pl. 1925-ben a forgalomba hozott műtrágyának 67,3%-a olyan trágyakeverék volt, mely mind a három fő tápanyagot (P+N+K) tartalmazta, jeléül annak, hogy ott a teljes műtrágyakeverék nagyon kedvelt. Rendszeren a keveréken csak számokkal jelzik a három fő tápanyagok garantált mennyiségét és ezt formulának nevezik, pl.: 8—3—3 a déli államokban annyit jelent, hogy a szállított trágyakeverék 8% P_2O_5 , 3% NH_4 és 3% K_2O -nak felel meg, összesen tehát 14 tápanyagegységet tartalmaz. Északi államokban ugyanezt a keveréket 3—8—3-nak jelölik, mert ott előbb a nitrogént írják, aztán a foszforsavat és végre a káliumot. Tájékoztatásul a 19. táblázatban *dr. Taylor W. E.* könyvéből közlöm azt a táblázatot,

XIX.

Talajtipusok és

Vetemény	A trágyaszükséglet	Homoktalaj		
	font/acre	am-mónia 0/0	fosz-forsav 0/0	káli 0/0
Tengeri (szem)	200—400	3—4	8—10	4—5
Tengeri (csalamádé)...	300—500	3—5	6—8	3—4
Búza és más apró szem	200—400	3—4	8—10	3—4
Kevért széna és takar-mánynövények	300—500	3—5	6—8	4—5
Burgonya és gumósok	600—1000	4—5	6—8	7—10
Paradicsom, káposzta, tök és dinnye	500—700	4—5	6—8	7—10
Hagyma... ..	800—1000	4—5	6—8	7—10
Kerti vetemények ...	800—1000	3—5	8—10	4—6
Bab, borsó	300—500	3—5	8—10	4—6
Ribizli, málna, fekete áfonya stb.... ..	300—600	3—5	10—12	8—10
Repce	200—400	3—5	7—8	4—6
Felültrágyázott gabona	200—300	4—5	8—10	3—4
Dohány	400—1000	4—5	6—8	4—5
Eper... ..	600—1500	2—4	10—12	6—8
Szőlő	600—1200	4—5	8—10	5—7
Felültrágyzott rét és legelő	200—500	4—5	6—8	3—5
Zeller, saláta, répa, spárga	1000—2000	4—5	8—10	6—8

mely a különböző talajokhoz és növényekhez képest megadja a trágyaanyagokat.¹

Ebből a táblázatból azt látjuk, hogy igen sok olyan

¹ Dr. Taylor W. E.: Soil culture and modern farm methods. V. kiadás. 1925. Moline (III.). 86. l.

TÁBLÁZAT.

trágyaszükségletük.

Vályogtalaj			Agyagtalaj			Humus		
am- mónia 0/0	fosz- forsav 0/0	káli 0/0	am- mónia 0/0	fosz- forsav 0/0	káli 0/0	am- mónia 0/0	fosz- forsav 0/0	káli 0/0
1—2	10—12	3—4	2—3	8—12	2—3	1	10—12	8—10
2—3	6—8	3—4	3—4	6—8	2—3	1	10—12	8—10
1—2	8—12	3—6	2—3	8—12	2—3	1	10—12	7—10
2—3	6—8	3—4	3—4	6—8	2—3	—	10—12	7—10
2—4	6—8	7—10	4—5	8—8	6—8	1	8—10	10—12
2—3	6—8	5—7	3—4	6—8	5—7	1	8—10	10—12
3—4	8—10	5—7	4—5	6—8	5—7	1	8—10	10—12
2—3	8—10	4—6	3—5	8—10	3—5	—	10—12	8—10
1—2	8—10	3—5	2—3	8—10	2—4	—	8—10	8—10
1—2	8—10	6—8	2—3	8—10	4—6	—	10—12	8—10
2—3	6—8	3—5	3—5	6—8	2—4	1—2	6—8	8—10
2—4	8—10	2—3	3—4	8—10	2—3	1—2	8—10	4—5
2—4	6—8	3—4	3—4	6—8	3—4	—	—	—
2—3	8—10	4—6	3—4	8—10	4—6	1	8—10	8—10
2—3	8—10	4—6	3—4	8—10	4—6	—	—	—
2—4	6—8	3—4	3—4	6—8	2—4	—	8—10	5—7
2—4	8—10	5—7	4—5	8—10	5—6	1—2	8—10	10—12

növényt trágyáznak Amerikában műtrágyával, melyet nálunk kerti kezelésben csak istállótrágyával és komposzt-földdel, tehát természetes trágyával látnak el. Azt látjuk továbbá, hogy a talajok trágyaszükséglete a talajok mechanikai összetételére van alapítva. Abból indulnak ki, hogy általában a homoktalajok legszegényebbek, a vályo-

gok leggazdagabbak, az agyagok közepesek és a tőzegek főképen sok foszforsavat és káliumot kívánnak. Ezek a merev számok is elárulják, hogy itt sem a talaj tápanyagkészletével, sem a gazdasági növények speciális igényeivel a trágyaanyagok oldhatóságát, illetve gyors hatását illetőleg nem számolnak. Ott a gazda csak a formulát nézi és ettől várja a sikert. Ha újítást akar, akkor jobb formula után kutat, de azt, hogy az a foszfor-sav vagy nitrogén milyen alakban van, a talaj milyen hiányokat árul el, nem kutatja. Természetes, hogy ez a trágyázási rendszer kényelmes és ott, ahol a termények jól értékesíthetők, haszonnal is jár, még ha nem is adja sokszor a legnagyobb tiszta hasznot. Lényegében véve azt is látjuk, hogy mindenik formulában a fő tápanyag-mennyiség a foszforsavra jut, mint olyan tápanyagra, melyben a legtöbb talaj szegény és amelyből, ha kelletténél többet is viszünk a talajba, az nem vész el, hanem felhalmozódik.

Ma még nagyon sok a formula, de a törekvés az, hogy lehetőleg apasszák ezek számát és növeljék a táplálógységek összegét. Ha egyoldalú trágyát nem gyártanak, vagy egyáltalán nem alkalmaznának, akkor azt lehetne gondolni, hogy nem ismerik ezeknek a célszerűségét. De hiszen az 1925. évben az összes elhasznált műtrágyaszállítmányok 24%-a 16%-os szuperfoszfát volt, jeléül annak, hogy ezt is jól ismerik. Az elgondolás az, hogy minden államnak vannak állami kísérleti állomásai, melyek tanulmányozzák trágyázási kísérletekkel a különböző vidékek talajainak és vetésforgóinak sajátos trágyaigényeit. Azután az egyes járások vagy megyék («county» = grófság) gazdasági felügyelői («county agent») kiismerik a kerületük viszonyait és ők adják a tanácsot, hogy milyen formulát alkalmazzanak egyik vagy másik helyen. Ha tehát ezek a gyakorlati szakemberek csakugyan jól ismernék talajaik igényeit, vagy módjukban

állana ezt felkutatni, akkor nem is volna ez a rendszer annyira észszerűtlen, mint ahogy első pillanatra a mi viszonyainkat tekintve, önkéntelenül annak minősül. Jelenleg azonban ezek a kerületi felügyelők semmit sem vizsgálnak, legfeljebb az állami kísérleti állomással karöltve egyes helyeken trágyázási kísérleteket végeznek. Ámde tudjuk, hogy a talajok trágyaszükséglete a mechanikai összetételtől függetlenül mennyire változó és hogy ahány gazdaság minálunk, annyi különböző a vetésforgó és gazdasági üzemrendszer. Amerikában nemcsak a talajegységek nem váltakoznak oly sűrűn, de a gazdasági rendszerek is nagy vidékenként csaknem gyárilag egyöntetűek.

Újabbán Németországban is egyes újabb műtrágyakeveréket gyártanak és hoznak forgalomba. Két szempontból érdemes ezekkel foglalkoznunk: az egyik az, hogy kisebb birtokosok nem vizsgálathatják meg a talajukat és a trágyák szakszerű keveréséhez sem igen értenek; a másik az, hogy az újabb eljárásokkal sikerült olyan koncentrált trágyakeverékeket készíteni, melyek 24—30 vagy még ennél több táplálóegységet is tartalmaznak s így a szállítási és kiszórási költségek lényegesen csökkenthetők. Néhány ilyen újabb német gyártmány összetételét a 20. táblázatban foglaltam össze:

Annyi kétségtelen, hogy ma már túl vagyunk azon a 20—25 év előtt érvényes állapoton, hogy talajaink nagyrészt csak foszforsavat hálálnak meg. Ma már a nitrogén, sőt a kálium is nem ritkán hiányzik. Igaz, hogy a foszfor-savtrágyát nálunk még tavasziak alá is jobb ősszel, a nitrogént pedig az ősziekre is tavasszal alkalmazni. Ámde annak nem volna semmi akadály a pl. hogy ősszel alkalmazzanak káliumfoszfátrágyát és tavasszal fejtrágyának nitrogént. Csak természetesen előbb ki kellene tapasztalni, hogy a mi különböző talajtípusaink vidékenként minő speciális igényeket árulnak el, hogy ennek megfelelő

XX. TÁBLÁZAT.

	N ₂ O ₃ %	P ₂ O ₅ %		K ₂ O %
		vízben oldható	citromsav és citratban oldható	
Nitrophoska I. G. 16, 5 : 16, 5 : 20 ...	16·5	15·2	1·3	20·0
Nitrophoska I. G. 15, 5 : 15, 5 : 19 ...	15·5	14·2	1·3	19·0
Nitrophoska I. G. 15, 0 : 11, 0 : 26, 5	15·0	11·0	0·0	26·5
Nitrophoska I. G. 17, 5 : 13, 0 : 22, 0	17·5	13·0	0·0	22·0
Diammonphos I. G.	21·0	53·4	0·0	0·0
Leunaphos Basf. ...	20·0	20·0	0·0	0·0

formulákat lehessen szerkeszteni. Tudom, hogy ez sokakban talán forradalmi gondolatot kelt, mert mi már annyira megszoktuk a szuperfoszfátot, hogy a legtöbb gazda nem is ismer más műtrágyát, mint ezt. *Cserháti* könyvében is elítéli a kész trágyakeverékeket, mert szerinte azok könnyen félrevezetik a gazdákat és a keverést drágán fizeti meg a gazda. Ámde *Cserháti* könyve óta 20 év telt el és ma ezek az új német trágyaszerek már nem is keverékek, hanem valódi vegyületek, pl. ammoniumkalciumfoszfát, káliumkalciumfoszfát stb. Mert a nyers foszfátokat nem is kénsavval tárják fel, hanem előbb redukálják foszforig, majd oxidálják foszforsavvá s ezt egyesítik ammoniával, vagy káliumkarbonáttal. Ezek a trágyák tehát sokszor mellékanyagokat (mint pl. a gipsz a szuperfoszfátban, kénsav a kénsavasammonióban) nem is tartalmaznak s így nagyon koncentráltak lehetnek.

Ma új helyzet elé állított a technika haladása és a mezőgazdasági tudomány fejlődése. Ezért érdemes mérlegelni a kínálókozó új helyzetet, hogy minő előnyökkel vagy hátrányokkal jár.

E) Istállótrágya (lekálkomposzt).

A teljes műtrágyakeverék azonban, miként már fent kifejtettem, sohasem pótolhatja teljesen az istállótrágyát, vagy általában a természetes szerves trágyákat. Különösen nálunk, a szélsőséges éghajlat miatt a trágyázás alapját a szerves trágyák kell hogy képezzék, melyek az időjárások szeszélyeit leginkább kiegyenlítik és a talaj jó fizikai állapotát fenntartják, ami a vízzel való takarékoságnak egyik fontos eszköze.

Az *istállótrágya* nálunk Európában a legelterjedtebb természetes és teljes trágyanem. Kiindulási anyaga : a szilárd és híg állati ürülék és az alom. A szilárd ürülékbe jut mindaz, amit az állat a takarmányból meg nem emésztett, a híg ürülékbe pedig, amit az állat már felhasznált és folyadék alakjában kiválaszt. Ezért a szilárd ürülék a takarmány legnehezebben bomló maradékát tartalmazza, de egyszersmind tartalmazza a belekben működő baktériumokat. A híg ürülék főtömege a karbamid és húgysavvegyületek, melyek a fehérjék utolsó bomlási termékei az állati szervezetben. Ezek az urea-bacillusok hatására hamar szénsavasammonióvá alakulnak s így az istállótrágyának legtevékenyebb, de egyszersmind legkönnyebben veszendőbe menő részét alkotják. Ugyancsak a híg ürülékbe jut az elhasznált káliumnak nagy része.

Az alom különböző lehet, legjobb alom a tőzeg, de legelterjedtebb a szalma. Hivatása az, hogy egyrészt az állatnak tiszta, meleg és puha fekvőhelyet biztosítson, másrészt, hogy a híg ürüléket magába szívja és a szilárd ürülékkel összeérlelje, hogy így ebből a három különemű anyagból lehetőleg egynemű és kedvező bomlási állapotban lévő szerves trágyaanyagot kapjunk.

Az istállótrágya jósága elsősorban a föletetett takarmány és a használt alom minőségétől függ. Mennyiségét *Heiden* szerint következőképen számíthatjuk ki :

A *Heiden*-féle számításnak alapgondolata az, hogy a megetetett takarmány szárazanyagából mennyi friss ürülék képződik a különböző állatok esetében. A tapasztalat pl. azt bizonyítja, hogy a ló által elfogyasztott száraz anyagnak átlag 47·36%-a jut a trágyába. Minthogy pedig a friss lótrágya átlag 77·46% vizet tartalmaz és 22·54% szárazanyagot, következésképpen 47·36 súlyrész szárazanyag 210·11 súlyrész friss trágyát eredményez, vagyis a feletetett takarmány minden 100 kg szárazanyagából 210 kg friss trágya kerül ki az állattól és ehhez jön még az alom, melyet szalmára számítva a feletetett takarmány szárazanyagának $\frac{1}{3}$ -ával számíthatunk. A számítás módját *Cserhádi* következő példán világítja meg:¹

Egy igáslóra számíthatunk naponta 4—5 kg zabot, 5—6 kg szénát és 1—2 kg szecskát. E takarmányadag összes szárazanyaga 8·60—11·17 kg. Ezt szorozva 2·1 faktorral, az összes ürülék 18·07—23·48 kg, átlag 20·77 kg naponta. Az alom pedig a feletetett takarmány szárazanyagának $\frac{1}{3}$ -a, vagyis átlag 3·3 kg. Így a ló által naponta termelt friss trágya átlag 24 kg.

Az évi trágyamennyiség kiszámításakor figyelembe kell vennünk azt, hogy a ló egy évben 260 napon át dolgozik és naponta 12 órán át van munkában, vagyis istállón kívül. Ez 130 napnak felel meg és hozzászámítva a 105 pihenő napot, összesen 235 napot tölt az istállóban. $235 \times 24 = 5640$ kg trágya esik egy lóra 1 évben.

A többi hasznos állatra nézve *Heiden* a következő faktorokat állapította meg: szarvasmarha esetében 3·886, juh esetében 1·884, sertés esetében 2·373.

Ámde ezek a számítások még nem nyújtanak felvilágosítást a trágya igazi mennyiségéről és minőségéről. Mert ha nem részesítjük az istállótrágyát a kellő gondozásban és kezelésben, akkor egyrészt értékes tápanyagok

¹ *Cserhádi S.*: Növénytermelés. I. köt. 300. l.

veszendőbe mennek, másrészt a trágya nem érik meg annyira, hogy a hatása a lehető legkedvezőbb legyen.

Ami elsősorban a tápanyagveszteségeket illeti, itt a veszteségnek háromféle oka lehet, ú. m. az elszívargás, a párolgás és a baktériumok okozta veszteségek. Az elszívargás valamennyi vízben oldható állapotban található növényi tápanyagra vonatkozik. Minthogy azonban ez főképen nitrogén- és káliumvegyületekből áll, mert a foszforsav nagyrészt oldhatatlan alakban fordul elő, ezért a szívargás okozta veszteség főképen oldható nitrogénre és káliumra szorítkozik.

A párolgás útján megint csak az ammonianitrogén mehet veszendőbe, mert a foszforsav és kalcium a trágya kezelése és helyes ápolása közben gáznemű vegyületeket nem alkot.

A baktériumok okozta veszteség határozottan a legnagyobb és egyrésze elkerülhetetlen, hacsak a trágyát azon módon frissen nem szántjuk alá. Ámde még a friss trágya alászántásával sem érünk el jó eredményeket. Ellenkezőleg, a legtöbb esetben még káros hatásokat tapasztalhatunk. Ennek okát egyesek a talajnak túlságos fellazításában keresik. Az újabb talajbakteriológiai ismeretekből azonban arra lehet következtetni, hogy mivel a friss trágyában a szén (C) aránya igen magas a baktériumok által felvehető nitrogénhez képest, a baktériumok a talaj nitrogénjét is elvonják, hogy a friss trágyával a talajba juttatott szerves anyagot kellőleg megbontassák. *Stutzer* szerint az eredeti szerves anyag legalább 20%-ának meg kell előbb bomlania, hogy ez a káros hatás be ne következhesse. Ez természetesen nem abszolút nitrogénveszteség, mert előbb-utóbb a baktériumok testében felhalmozott nitrogén ezeknek elhalása után bomlásnak indul és a növényzet hasznára válik. Ha viszont a szerves anyagbomlások igen előrehaladnak és a trágya ú. n. szalonnás szerkezetet nyer, akkor azt

mondják, hogy előregedett és minősége megromlott. A gazdák a trágya érését akkor minősítik megfelelőnek, mikor a szalmás részek már könnyen szétfoszlanak és szétszakíthatók.

A szerves anyag bomlása közben kétféle veszteséggel számolhatunk, melyek baktériumok okozta bomlások eredményei: az egyik a trágya nitrogénmentes szerves-anyagára vonatkozik és széndioxid-gáz felszabadulásából ered, mely a nitrogénmentes szerves anyagok baktériumokozta bomlásának végső gázalakú terméke; a másik a salétromnitrogénnek a definitrifikáló baktériumok által szabad nitrogéngázzá való redukciójából eredő nitrogén-veszteség, amit tudományos nyelven denitrifikációnak nevezünk. A múlt század vége felé ez a felismerés nagy riadalmat okozott szakkörökben, mert különösen *Wagner Pál* és *Maercker Miksa* tapasztalataiból arra lehetett következtetni, hogy a szokásos trágyakezelési eljárásnál az eredeti nitrogénnek igen tekintélyes része denitrifikáció révén a levegőbe jut. Így azután az istállótrágya helyes kezelésének eldöntése szempontjából csak a nitrogénveszteségeket tekintették irányadóul. Még ma is a trágyakezelést és gondozást a nitrogénveszteségek szempontjából ítélik meg, nem igen törődve a nitrogénmentes szerves anyag veszteségeivel. Pedig, miként előzőkből tudjuk, az istállótrágya fizikai és biológiai hatása épen attól függ, hogy mennyi és milyen állapotban lévő szerves anyagot viszünk a talajba. Erre a fontos körülményre csak újabb időkben kezdenek figyelmet fordítani, amely szempont azután egészen új trágyakezelési eljárásokra vezetett.

Még ezelőtt húsz évvel az volt a trágyakezelés vezérelve, hogy a trágyát nedvesen és hidegen tartsuk és tipratással vagy hengereléssel a levegőt lehetőleg kiszorítsuk. Mert így az ammoniaveszteségnek és a nitrátképződésnek egyaránt elejét vesszük és ha nem képződik

nitrát, akkor denitrifikáció sem lehet. A trágyakezelés részleteit nem ismertethetem. Itt még csak megemlítem, hogy ugyanekkor a trágyának az istállóban való kezelését tartották sokan legjobbnak. Ez az ú. n. mélyített istállókban úgy történik, hogy bőven almoznak és kb. 4 hónapig nem hordják ki a trágyát, csak friss alommal borítják be. Az ilyen istállóban az állatoknak szabadon kell mozogni tudni, hogy a trágya jól letipródjék. Ezért ez inkább csak növendék vagy hízó állatok esetében jó, de tehénistállónak nem való. *Maercker* kísérletei értelmében a nitrogénveszteség így csak 13·2% volt, holott a nyitott trágyatelepen 37·4, a fedett trágyatelepen 36·9%.

A nitrogénveszteségek csökkentése érdekében különböző konzerváló anyagokat próbáltak alkalmazni úgy az istállóban, mint a trágyatelepen. Ezek közül a gipsz, szuperfoszfátgipsz és a kainit terjedt el leginkább. *Heinrich* kísérleteiből azonban kitűnt, hogy a trágya tömörsége sokkal nagyobb mértékben csökkenti a szárazanyag- és nitrogénveszteséget, mint akármelyik konzerváló szer.

Ugyanekkor *Soxhlet* német kémikus rámutatott, hogy legkevesebb a veszteség, ha a híg ürülékét külön kénsavval kezeljük, amely kezeléssel a híg ürülék értékes nitrogénje nem illanhat el.

Ebből fejlődött ki újabban a trágyának ú. n. elkülönített kezelési módja. Ennek alapelve abban áll, hogy a híg ürülékét lehetőleg gyorsan levezetjük, vagyis elkülönítjük az alomtól és szilárd ürüléktől és vagy a trágyalékútban levegőtől elzártan konzerváljuk, vagy tőzeggel felitatjuk és így alkalmazzuk a földekre, vagy a trágyába keverve. A szilárd ürülékét pedig az alommal vagy a trágyatelepen, vagy a szántóföldek mentén kockásan rakják össze, jól letipratják és földdel vagy agyaggal körültapasztják. Ennek az utóbbi eljárásnak megint az a célja, hogy a baktériumműködést a levegőtől lehetőleg

elzárva a nitrifikációt megakadályozzuk. Az istállótrágyának kazlakban való kezelése nem új, az új a híg ürüléknek külön kezelése. Mert az idevágó kísérletekből azt állapították meg, hogy a rendes trágyatelepen való kezelés közben épen a híg ürülék nitrogénje megy veszendőbe, ami az istállótrágya legértékesebb tápanyaga.

Még újabb istállótrágyázási eljárás a *Krantz*-féle szabadalmazott eljárás. Ennek lényege az, hogy a trágyatelepnek természetes felmelegedése révén a baktériumflórát részben elpusztítjuk. Még pedig először egészen lazán locsoljuk 3—4 napig, amíg a telep hőmérséklete 60—65° C-ra emelkedik. Ezt elérve jól letipratjuk és fölébe újabb laza trágyaréteget építünk. A kellő magasságot elérve a trágyát leföldeljük és a széleit is lehetőleg elzárjuk a levegőtől, hogy ki ne száradjon vagy be ne ázhasson. Erre szolgálnak a *Krantz*-féle erjesztőtelepek («Gärstatt»), melyek fedett és minden oldalról karboliummumal impregnált deszkafalakkal körülzárt telepek.

Ez új trágyakezelési eljárásnak előnye az, hogy kevesebb a nitrogén- és szerves anyagvesztés és nagyobb a termés, mint a rendes trágya esetében. *Löhnis* és *Glathe* szerint a nitrogénvesztés 8—22%, a rendes istállótrágya 30—40%-os vesztésével szemben; a szerves anyagvesztés pedig csak 23—25%, a rendes 45—50%-os vesztéssel szemben. Igaz ugyan, hogy ez az új trágyakezelési eljárás még nem bír elég hosszú multtal, hogy már kiforrott véleményünk lehessen róla, annál is inkább, mert vannak tekintélyes szakemberek Németországban (pl. *Lemmermann*), akik elismerik ugyan ezen új eljárásról, hogy figyelmet érdemel, de végleges vélemény alkotására az eddigi eredményeket még elégségeseknek nem tartják.¹

¹ *Dr. Lemmermann O.*: Das Verfahren der sogenannten Heissvergärung des Stalldüngers. Zeitschr. f. Pflanzenernährung und Düngung. V. köt. B) rész. (1926. évf.) 4. füzet, 162—168. l.

Még egy újabb mesterséges istállótrágyáról kell röviden megemlékezni. Ez a szalmából baktériumtápláló sók hozzáadásával készült trágya. Ennek az volna a jelentősége, hogy ahol nincs elegendő állati trágya, de sok a szalma, ebből is lehessen istállótrágyához hasonló szerves és teljes trágyát készíteni. Alapelve az, hogy mivel a szalmán a megbontáshoz szükséges baktériumok megvannak, csak hiányzik a szükséges tápanyag, hogy a baktériumok működhessenek, ezt mesterségesen pótoljuk. Az Angliából eredő «Adco» semmi egyéb, mint ilyen baktériumtápanyag, melyet hozzáadva a szalmához és kellő nedvességet (kb. 75%) fenntartva, a szalma épűgy elkorhad, mint a trágyatelepen. Ez is még igen kevés multtal bíró anyag, hogy kiforrott véleményt mondhatnánk róla. Jelentősége mindenesetre van és beható tanulmányozást érdemel. Az eddigi tanulmányok alapján azonban már világos, hogy a szalma egymagában azért bomlik meg oly lassan a talajban, mert a megbontását végző baktériumoknak nincs elegendő tápanyaguk. Ezzel magyarázható a szalmánál gyakran tapasztalt termés-csökkenő hatás is. Mert ha a szalmát egymagában a talajba visszük, akkor a talaj kész nitrogénjét és foszfor-savját a szalmán szunnyadó baktériumok a növény elől elveszik és így ez a kár a termés-csökkenésben nyilvánul meg.

A teljes trágyákhoz számíthatjuk még a fekáltrágyákat és a komposztot. Az előbbieket gyakorlati értékesítését két szempont nehezíti meg: az egyik a közegészségi viszonyok veszélyeztetése, a másik pedig az előbbinek elhárításából eredő drága készítési eljárások. Addig, amíg ez a két szempont kielégítő megoldást nem nyer, a fekáltrágyákkal legfeljebb csak szórványos esetekben találkozunk.

A komposzttrágya a kertészek legbecsesebb trágyája, a mezőgazdasági gyakorlatban szintén alig szerepel, pedig

igen értékes lehetne, ha kellő szervezéssel a gazdasági hulladékanyagok megfelelően gyűjtetnének és szakszerű kezelés alá vétetnének.

G) Zöldtrágya.

Itt még röviden a zöldtrágyázásról kívánunk megemlékezni mint átmeneti trágyáról. Ennek is mellőzöm a technikáját, mert hiszen az már egyszerű gazdasági növénytermelési feladat, hogy hol, milyen növény alkalmas arra, hogy alászántva zöldtrágyául szolgáljon? A zöldtrágyanövény elvileg két csoportba osztható: az egyik a pillangós virágúak csoportja, mely alkalmas viszonyok közt termelve a levegő szabad nitrogénjét köti meg és így a talaj nitrogénkészletét szaporíthatja; a másik növénycsoport gyors fejlődésű növényzet, mely nem gyűjt levegőből nitrogént, csak arra való, hogy a főnövény lekerülte után, a hátralévő őszi időben felszabaduló tápanyagokat — különösen a talaj nitrifikációja folytán képződő salétromnitrogént — a kilúgzás elől megvédje. Németországban ez utóbbi célból nem ritkán használták és még ma is használják a fehérmustárt mint zöldtrágyanövényt. Ez igen gyorsan fejlődik, ha van ősszel elég nedvesség, amint ez Németországban kora ősszel bekövetkezik. Ez a nitrogént a talajból gyorsan felveszi és megóvjá a kilúgzás elől.

De nálunk a hosszú száraz ősz a gyakori s így alig lehet, legfeljebb kivételesen jelentősége az ilyen zöldtrágyanövénynek. Hiszen még a pillangósokkal is az a baj rendszeren, hogy az ősz nedves szakasza igen rövid és késői arra, hogy még ősz végén, vagy kora tavasszal érdemes tömeget alászánthatnánk. Már pedig, ha ez nincs, akkor nem érdemes a magért és a vetésért, mert még a nitrogénkötéshez is az szükséges, hogy a növény előbb kiéhezzen és így a nitrogénygyűjtő baktérium *radicola*

behatolására alkalmassá legyen. Ha ez a nitrogénhiány be nem következik, akkor van elég nitrogén a növényzet részére a talajban s így nem szorul a baktériumokkal való *symbiosisra*.

Ma már ugyanis tudjuk, hogy a baktérium *radicicola* a neki megfelelő növény gyökerébe csak akkor hatol be, ha a növény nitrogénéhes és így bizonyos mértékben legyöngült. A *radicicola*-baktériumok mintegy megtámadják a legyöngült növény gyökereit. Oda bejutva, a baktériumok a szénhidrátokat felhasználva átalakulnak baktéroidokká, a gazdanövény pedig, mely felhízta mintegy ezeket a vendégeket, körülzárja kisebb-nagyobb gumócskák alakjában és arra kényszeríti, hogy a szénhidrátok fejében nitrogént vegyenek fel a levegőből és ezt adják át a gazdanövénynek. Így fejlődik ki a gazdanövény és a baktérium között az az együttélési folyamat, melyet tudományos nyelven *symbiosis*-nak nevezünk. Ahhoz tehát, hogy ez a *symbiosis* valóban létrejöjjön, az egyik kellék, hogy a talajban legyen elég olyan élő baktérium, aminő a termelt pillangósnaak megfelel; a másik kellék, hogy a talaj állapota megfeleljen. Ez magában is több tényezőre bomlik: 1. nitrogénszegény talajra van szükség, 2. neutrális és baktériumtápanyagokkal elég bőven rendelkező talajra.

Az 1. pontot mesterségesen előidézhetjük vagy növelhetjük azáltal, ha a talajt a pillangós alá foszforsavval és káliummal, vagy csak káliummal trágyázzuk. Mert ezzel a nitrogén erősen a relatív minimumba kerül, a pillangós növény hamar nitrogénéhes lesz és alkalmassá válik a baktériumok felvételére.

A 2. pontnak a talaj reakciójának helyreigazításával és esetlegesen megfelelő baktériumtápanyagokkal való adagolással, mely rendesen szintén foszforsav- és káliumtartalmú, tehetünk eleget. Az a körülmény, hogy a pillangósokkal való talajoltás még baktériumok hiánya esetén

sem mindig bizonyultak hatásosaknak, sokszor azzal magyarázható, hogy vagy az oltóanyag volt rossz, vagy a talaj egyáltalán nem volt alkalmas arra, hogy abban az ilyen baktériumok elszaporodhassanak.

Ha már most a pillangós zöldtrágyanövényt foszforsav- és káliummal trágyázzuk, akkor a nitrogénygyűjtő tehetőség még nagyobb mértékben érvényesülhet és alászántva a zöldtrágya nemcsak nitrogénnel, de foszforsav- és káliummal is gazdagítja a talajt. Ezenfelül fizikai és biológiai hatása is van a zöldtrágyának, vagyis teljes trágyává válik.

G) Mésztrágyák.

A közvetve ható trágyafélék közül legfontosabbak a mésztrágyák. A mésztrágyákat különbözőképpen bírálhatjuk meg aszerint, hogy hatóanyaguk a szénsavas mész (CaCO_3), az égetett mész (CaO), vagy a gipsz (Ca SO_4 2 H_2O). Igaz ugyan, hogy a kalcium maga is nélkülözhetetlen növényi táplálóanyag és ilyen szempontból tekintve a mészvegyületek, amennyiben oldhatók, közvetlenül ható trágyáknak is minősíthetők. A mésztrágyáknak azonban rendesen nem ez a feladatuk, vagy legalább is nem ez a főhivatásuk, hanem az, hogy a talajnak reakcióbeli állapotát és ezzel fizikai és biológiai állapotát is megjavítsa. Ezért mondhatjuk azt, hogy a mésztrágyák hatása közvetett. A talajreakció szempontjából az égetett meszet és szénsavas meszet a savanyú talajok, a gipszet az alkalikus talajok neutralizálására használjuk. Újabban bebizonyosodott, hogy a szikesek között van olyan mésztelen és telítetlen alkalitalajunk is, mely alkalisót alig tartalmaz, de az abszorpciós komplexumában több-kevesebb a nátrium és a hidrogén. Ezeket a talajokat szénsavas mészporral, vagy cukorgyári mésziszappal sikeresen javíthatjuk.

A mézsókkal való talajjavításnak végeredménye abban

foglalható össze, hogy a kalcium-kation az abszorpció s komplexumba jut és ezáltal nemcsak a talaj reakció-állapotát javítja meg, de a disperiosfokát is csökkenti s így jobb fizikai szerkezetűvé válik, végre a nitrifikáló és nitrogént kötő baktériumok kálciumszükségletét elégíti ki és az ezek működéséhez szükséges neutrális vagy gyengén lúgos közeget biztosítja.

Az a régi német közmondás, hogy a meszezés az apákat gazdaggá, a fiúkat koldussá teszi, úgylátszik gazdáinkat eddig a meszezéstől annyira elriasztotta, hogy nálunk a meszet csak elvétve alkalmazzák. Lássuk, miben is áll ez az aggodalom? *Cserháti* könyvében ezeket találjuk (I. I. köt. 453. l.):

«A mész kémiai hatása abban nyilvánul, hogy a talaj nehezen oldódó vegyületeinek elmállását, oldhatóságát gyorsítja és a humuszvegyületek bomlását előmozdítja. Az ásványi alkotórészek közül különösen a kálinak feloldására hat kedvezően. A humuszvegyületek felbomlását szénsav, víz és ammoniákra s ez utóbbinak átalakulását salétromsavvá a mész szintén előmozdítja. A mészszegény talajokon a meszezéssel elért kedvező eredmény a legtöbb esetben ép azon körülményre vezethető vissza, hogy a meszezés folytán több könnyen fölvehető növényi táplálék képződik, a növények tehát bőségesebb táplálékhoz jutnak. Csakhogy éppen e körülményben rejlik a mésztrágya veszedelmessége . . . A meszezésnek okszerűtlen alkalmazása azt eredményezi, hogy a termések egy ideig jelentékenyen nagyobbodnak, hogy később annál nagyobb legyen a visszaesés . . . Minél több ásványi tápanyagot és humuszt tartalmaz valamely talaj, annál tovább fog az egyoldalú meszezés terméstöbbletet eredményezni. A humuszos agyagtalajokon legtovább lehet tehát a meszezést folytatni anélkül, hogy az megboszulná magát. Azon talajokon, melyek a kálitrágyát meghálálják, a legrövidebb ideig lesz a meszezésnek hatása, mert a

talajnak különben is csekély kálíkészletét gyorsan kiaknázza.»

Nem kívánom tovább idézni *Cserháti* könyvét, mely a 20 év előtt uralkodó szakvéleményt híven tükrözi vissza s melyet ő is azzal jellemez, hogy ez az okszerűtlen meszezésnek az eredménye. Mégis gazdakörökben nálunk eddig a meszezést nagyon elhanyagolták s ebben talán igen gyakran az a félelem lappangott, hogy meszezéssel igen erősen meghajtják és kiszarolják a földet. Ha ellenkezőleg direkt káliummal és nitrogénnel trágyázunk, akkor nem zsaroljuk ki a talaj nitrogén- és káliumkészletét, mint meszezés esetén. Így látszólag ez utóbbi eljárás okosabb, még ha többbe is kerül.

Azt mondhatjuk, hogy a német gazdák évtizedeken át így is jártak el, nagy mennyiségben használták a foszfortrágyákon kívül a kénsavasammoniót és a stassfurti kálisókat. Mi lett az eredmény? — A termések egy idő múlva mégis visszaestek. Miért? — Mert a mészszegény talaj a savanyú hatású trágyák évtizedes alkalmazása folytán annyira savanyú lett, hogy a további trágyázás nemcsak nem növelte a termést, de direkt káros volt. Nálunk ez nem következett be, mert gazdáink kevés műtrágyát használnak és ha használnak is, rendesen csak szuperfoszfátot, amely, miként már kifejtettem, nem feltétlenül savanyú hatású. Mégis már nálunk is vannak olyan mészszegény talajok, melyeken a szuperfoszfát azért nem érvényesül, mert a talaj igen savanyú. Az ilyen talajon érthető okokból a kénsavasammonia vagy káli-trágya direkt káros hatású lenne.

Ha tehát mi mészszegény talajon a műtrágyázást éveken át forszirozzuk, kettős kárt okozunk: először hiábavaló kiadásokkal terheljük meg gazdaságunkat, másodsor talajunkat minden irányban rontjuk. Erre az esetre tehát azt mondhatnók, hogy ha mészszegény talajokat okszerűtlenül műtrágyázunk, akkor *már az*

apák lesznek koldusokká s így a fiúk legfeljebb a koldusbotot öröklik apjuktól. Ezért igen fontos és megszívlelendő minden gazda részéről, hogy elsősorban azzal jöjjön tisztába, kell-e talaját meszezni, vagy sem? — Ez az első lépés az intenzív trágyázás terén. Mert *a meszezést nem szabad egyszerű trágyázásnak minősítenünk, hanem talajjavításnak, valódi talajgyógyításnak.* A mészszegény talaj beteg talaj, akárcsak a sziktalaj, csak hogy nem annyira terméketlen, de semmiesetre sem egészséges. Már pedig beteg talajon a növény csak tengődik és minden ráfordított munka és költség csak féleredményt vagy semmit sem hoz.

A meszezés csak akkor lehet veszélyes, ha azt nyaklól nélkül alkalmazzuk, vagyis ott, ahol nem szükséges, vagy olyan mértékben, ami káros lehet. Ezért, ha előbb meggyőződünk arról, hogy a talajunk mészszegény, a második kérdés az, hogy mennyi mészre van szükség? — Ez nem kevésbé lényeges kérdés, mint az első. Mert ha igen sok meszet használunk, akkor árthatunk a talajnak és a régi közmondásnak következményeit tapasztalhatjuk. Ezért olyan lényeges annak megállapítása, hogy milyen mértékű meszezés szükséges. Ezt ugyan véglegesen a szántóföldi kísérlet dönti el, de miként már láttuk, a talajvizsgálat e tekintetben is becses alapul szolgálhat. Mert a talaj mészszükséglete nagyon tág határok között változik. Vannak esetek, midőn kat. holdanként 10 q szénsavasmész elég, más esetben 80 q sem elég. A többi műtrágyáknál ez az ingadozás nem ilyen nagymérvű, mert pl. foszforsavtrágya esetében tudjuk, hogy kb. 100—150 kg szuperfoszfát a legtöbbször elegendő, ha tehát nem nagyon erős a foszforsavhiány, nem követünk el mélyreható hibát, ha egyik vagy másik mennyiséget alkalmazzuk és legfeljebb még 200 kg-mal is próbát teszünk. Ámde a mész mennyiségét a talaj ismerete híján végtelen sok variációban próbálhatjuk anélkül, hogy biztosan tudnók,

hogy megközelítettük a helyes adagot, mely szükséges és nem ártalmas.

A mésztrágyázás elterjedésének a másik akadályá nálunk az, hogy eddig a gazda sohasem tudta, hogy ha mésztrágyát vesz, mit vásárol. Mert ha pl. égetett meszet vesz, ennek hatóanyaga a kalciumoxid (CaO). Ezt tehát a gyárnak épúgy szavatolni kellene, mint a vízben oldható foszforsavat a szuperfoszfát-gyárosnak. Németországban a mésztrágyák forgalmát már szabályozták, nálunk ez még szabályozásra vár. Addig is azonban a gazda okosan jár el, ha a mésztrágyát minta alapján veszi, azt megvizsgáltatja egy állami vegykísérleti állomáson és a szállítmányt is megmintázva ellenőrizteti. Tájékoztatásul alábbiakban összefoglalom azokat az alapelveket, melyek a német piacon jelenleg érvényesek.

1. *Égetett mész* esetében a CaO -tartalom szavatoltatik és legalább 80% CaO megköveteltetik. Az árut darabosan vagy őrlve hozzák forgalomba.

2. *Oltott mész* nem egyéb, mint az égetett mész megoltva, mikor is a CaO -ból Ca(OH)_2 képződik. Ez esetben is a $\text{CaO}\%$ -ot garantálják és legalább 60% CaO -ot követelnek. A nedvessége csak annyi lehet, hogy az áru száraz, k'szórható port alkosson.

3. *Őrölt mészkőliszt* hatóanyaga szénsavasmész (CaCO_3), hatása az őrlemény finomságától és az áru CaCO_3 -tartalmától függ. Ez utóbbit szavatolják és legalább 80% CaCO_3 -ot követelnek. A liszt finomsága tekintetében kétféle árut különböztetnek meg, ú. m. finom és durva lisztet. A *finom mészkőliszt*től megkövetelik, hogy az őrleménynek legalább 80%-a a 20. számú, 0,3 milliméter nyílású normálszitán átmenjen és a maradék a 6. számú, 1,0 mm nyílású normálszitán maradék nélkül átessen.

A *durva mészkőliszt*től azt követelik, hogy annak legalább 80%-a a 8. számú, 0,75 mm nyílású normálszitán, a maradék pedig a 2 mm nyílású szitán essen át.

4. A márgára vonatkozólag ugyanaz az előírás, mint a mészkőlisztre.

Itt még megemlítem a mésziszapot, mely a cukorgyárak hulladékanyaga. Ez, ha nem túlságosan nedves, kb. 50% CaCO_3 tartalmaz igen finom eloszlásban, miért is nagyon hatékony mésztrágya. Az a magában véve csekély foszforsav, nitrogén és káliumtartalom (átlag: 0.50% P_2O_5 , 0.35% N és 0.25% K_2O) 100—150 q mésziszap alkalmazása esetében szintén figyelmet érdemel.

A márga tudvalevőleg mésszel átitatott agyag vagy vályog, mely morzsalékos és könnyebben porlasztható, mint a kristályos mészkő. Miként a fentiekből láttuk, Németországban a mészkőporral egyenlő elbírálás alá esik. Csakhogy rendszeren kevesebb CaCO_3 -ot tartalmaz, ezzel szemben azonban nem ritkán foszforsavat és káliumot is tartalmaz, amely ha magában véve nem is sok, de 100—150 q alkalmazásakor figyelmet érdemel.

Az eddig említett mésztrágyák mind lúgos hatásúak, amennyiben savanyú talajok közömbösítésére valók. Az újabb tapasztalatok értelmében az ú. n. kilúgozott mésztelen szikesek javítására is sikerrel alkalmazhatók. Ennek oka az, hogy ezekben az abszorpciós komplexum nátriumot tartalmaz, melynek kicserélésére a kalciumbikarbonát igen alkalmas; az égetett mész nem, mert igen lúgossá teszi a talajt. Ezek a kilúgozott szikesek rendszeren telítetlenek is, vagyis gyengén savanyúak, azért e tekintetben is a CaCO_3 tartalmú mésztrágyák jó hatásúak. Minthogy azonban a szénsavasmész tiszta vízben alig oldódik, csak szénsavas vízben, ezért az ilyen kötött és humuszszegény sziken csak úgy várhatunk elég gyors hatást, ha bő szerves trágyával — istállótrágyával — is ellátjuk, mert különben a talajba kevert CaCO_3 nem alakul át $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ -té és nem megy oldatba. Különben is az istállótrágyára a talajok termővé tétele miatt szükség

van, mert nitrogénjük rendszeren kevés és tömődöttségük miatt baktériumszegények is. Az istállótrágya kellő műveléssel és meszezéssel jó termőtalajjá alakítja át, mely 2—3 év alatt meghálálja a befektetett költséget és azután, ha el nem hanyagoljuk, újabb javításra már nem szorul. Miért? — hiszen a szakkönyvekben a meszezésről azt olvassuk, hogy az 8—10 év múlva megismétlendő, mert a mésznek a növények által igénybe nem vett része előbb-utóbb kilúgozódik és a talaj ismét mészszegény lesz.

Ez áll a savanyú mésztelen földekre, de nem a mészszegény szikesekre. Mert az utóbbiak altalajában van elég mész és ha egyszer az összeköttetés a felső szinttel létrejön, akkor a talaj egész szelvényében a kalciumkationok jönnek uralomra, mint a jóminőségű talajokban. Az ilyen talaj csak akkor alakulhat vissza szikessé, ha vagy mindjárt kezdetben a javítás után elhanyagolják, mielőtt tehát még ez az átalakulás teljesen végbement, vagy ha a már teljes szelvényében átalakult talaj megint olyan viszonyok közé kerülne, mint aminők között a szikes talaj kialakulhat, nevezetesen időszakos áradásos területté válnék lefolyás és lecsapódás nélkül.

A gipsz, a kalciumnak kénsavas sója kétféle alakban jön forgalomba, ú. m. égetett gipsz (Ca SO_4) és mint trágyagipsz ($\text{Ca SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$). Mindkét esetben a hatóanyag ugyanaz, csak a kénsavas mész mennyisége változó. Hatása sok tekintetben ellenkezik az előbb említett műtrágyákkal. Mert hatása a talajra rendszeren savanyító. Ezért savanyú talaj meszezésére nem való, mert ennek savanyúságát nem csökkenti, legfeljebb emeli. Mésszel telített talajra pl. mezősegi talajokra hatástalan, ellenben meszes alkalitalajok alkalikus reakcióját lényegesen csökkenti. Így sikerült gipszezéssel a szódás talajok pH-értékét 9-ről akár 7 alá is leszorítani. Ennek a magyarázata az, hogy a szódás talajok magas pH-értéke a szódatartalomtól és a ta-

laj abszorpciós komplexumának nátriumtartalmától ered. Ha ezekre Ca SO_4 hat, akkor a kalcium-kation a szódából és az abszorpciós-komplexumból a nátrium-kationt kiszorítja és a képződött nátriumszulfát az áteresztővé vált talajon átszűrődve kimosódik.

Hasonló hatást érünk el kénsavval, vasszulfáttal vagy alumíniumszulfáttal. Az amerikai tapasztalatok szerint a kénpor is hasonló hatást vált ki, mert a talajban vannak ként oxidáló baktériumok, melyek lassan kénsavat hoznak létre s ez a talajban lévő szénsavas meszet megbontva kalciumszulfátot eredményez.

B) Talajoltószerek.

A közvetve ható trágyafélék közé lehetne sorolni azokat az újabban egyre nagyobb mértékben hirdetett és forgalomba hozott talajoltó-szereket és humusztrágyákat, melyeknek igazi értéke felől annyi ellentmondó véleményt hallunk és olvasunk úgy a szakkörökben, mint a gyakorlati életben. Ami a talajoltó-anyagokat illeti, először is ezeknek két csoportját kell megkülönböztetnünk. Az egyik a pillangós virágúakkal együttélő baktériumoknak, a bacterium radicicolának különböző válfajaiból álló tenyészetek, melyek a megfelelő pillangós virágú növényvel együtt képesek a levegő szabad nitrogénjének megkötésére. Ezeket inkább növényoltó-szereknek, mint talajoltó-szereknek nevezhetjük, mert a talajon keresztül a növény gyökerein szaporodnak el. Annyi kétségtelen, hogy vannak talajok, melyeken ezen oltással a pillangós termése sokkal jobb, vagy egyenesen az oltástól függ. A kérdés csak az, hogy milyen talaj esetében van szükség ilyen oltásra és hogy milyen pillangós virágú növény alá milyen oltóanyagot használjunk. Már régi tudományos nézet az, hogy tulajdonkép minden pillangósnak megvan a maga legmegfelelőbb radicola baktériuma. Az is ismeretes,

hogy minél messzebb esik botanikailag két növény, annál nehezebben tud az egyiknek megfelelő baktérium radicola hozzáidomulni a másik gazdanövényhez. Így pl. a szójabab baktériuma már annyira eltér a mi babféléink baktériumaitól, hogy ha szójababot először termelünk valahol, mindenesetre ajánlatos megfelelő szójabaktériummal a talajt beoltani. Már kevésbé egybehangzók a vélemények a tekintetben, hogy a közel álló vagy rendszeren termelt pillangósok oltása indokolt-e vagy gazdaságos? Ott, ahol pl. emberemlékezet óta egyik vagy másik pillangóst soha sem termelték, a talajoltás a megfelelő baktériummal kétségkívül indokoltabb, mint ahol a rokon pillangósokat szélteben termesztik. Vannak azonban esetek, midőn még ilyen esetekben is a talajoltás hatásosnak bizonyult. Itt tehát még nehezebb a gazda helyzete, mint a közönséges műtrágyák esetében. Mert elsősorban ellenőrizni kell azt, hogy a beszerzett oltóanyag valóban az, aminek eladják, azután, hogy arra a talajra és növényre való, amelyre alkalmazni kívánják.

Még bonyolultabb a helyzet a talajoltó-anyagoknak azzal a csoportjával, mely nem pillangósokkal való együttélésen alapszik, hanem olyan baktériumokat tartalmaz, melyek különféle gabonafélék és kapásnövények rhizosphaerájában élnek és főképen azotobakter-tenyészetek. Azt, hogy ilyen nitrogént gyűjtő baktériumok a talajokban találhatóak, már régebben tudjuk. *Hiltner* volt az első, aki azt tapasztalta, hogy bizonyos bőtermő répatalajok átoltásával más répatalaj is termékenyebbé vált. *Hiltner* azonban nem érte meg, hogy ezt a baktérium-tenyészetet kitermelje. Az ő megfigyelése adhatott impulzust a további kutatóknak ezen a téren, amely most már nem a növény, hanem a talaj baktériumokkal való beoltásának nevezhető. Annyi kétségtelen, hogy nálunk is, de mindenütt nagy számmal találunk talajokat, melyekben az azotobakterek nagy számmal elő-

fordulnak, másokban pedig épséggel hiányzanak. Az is kétségtelen, hogy egyes forgalomba hozott oltóanyagok azotobakterekből állanak és edénykísérletekben úgy viselkednek, mintha a növényt nitrogénnel trágyáztuk volna. Ámde a szántóföldi kísérletek eredményei még nagyon ellentmondók. Ez nem is csoda, mert itt még a gazdanövény sem nyújt biztos védelmet a beoltott baktériumoknak, mint előbbi esetekben. Előfordulhat tehát, hogy az alkalmazott oltószer valóban azotobakterekből állott, az oltószer alkalmazása is megfelelő volt, de vagy a talaj már eredetileg elég gazdag volt a nitrogéngyűjtő baktériumokban, vagy ellenkezőleg az azotobakterek teljesen hiányoztak azért, mert a talaj reakciója vagy kémiai összetétele nem volt megfelelő az azotobakterek fejlődésének. Ez esetekben tehát a talajoltás is eredménytelen marad.

A talajoltószerek tehát becses segédeszközei lehetnek a jövőben a mezőgazdasági termelésnek, de alkalmazásuk még nagyobb elővigyázatot és szakértelmet kíván, mint a közönséges műtrágyáké és gyakorlati alkalmazásukra még a helyzet nem érett.

Utóbbi időben különböző hangzatos néven ú. n. humusztrágyákat is hoznak forgalomba. A «humusz»-trágyáknak az lenne a hivatásuk, hogy a talaj humuszát pótolják, illetve kiegészítsék. A talaj humuszának jelentőségét már ismertettem; hogy az új humusztrágyák milyen irányban, illetve mértékben pótolhatják a talaj humuszának hiányait, azt csak szakszerűen végzett és megbízható trágyázási kísérletekkel lehetne eldönteni. Ezek azonban hiányzanak és így sem gyakorlati, sem tudományos alapunk nincs, amelyből az eddig forgalomba hozott humusztrágyák termést növelő vagy talajt javító értékére következtethetnénk. Tény az, hogy talajaink gyakran humuszszegények, sőt az sem ritka jelenség, hogy a talajban nagymennyiségben található szerves anyag nem felel meg a jó

humusz az ú. n. televény hivatásának. Az is tény, hogy a jelenleg forgalomba hozott műtrágyák legkevésbé a talaj humusz-igényeit elégítik ki. Ezek alapján elméletileg indokoltnak látszik a talaj humusz-igényeinek mesterséges pótlásáról gondoskodni. Ott, ahol elegendő az istállótrágya, ez lesz a legtermészetesebb és valószínűleg a legolcsóbb pótlás. A szalmából készíthető ú. n. «mesterséges istállótrágya» hasonló hivatást tölthet be a jövőben. A zöld-trágya szintén hasonló elbírálás alá esik ott, ahol az éghajlati viszonyok és a gazdálkodási rendszer ezt megengedi. Nem ritkán azonban mindez nem elég, vagy teljesen hiányzik és a jövőben a motorok terjedésével és a munkaállatok apadásával egyre gyakrabban és nagyobb mértékben hiányozni fog. Ezért már most érdemes kutatni olyan szerves anyagok után, melyek a humuszban előforduló szerves anyagokat, illetve azoknak különböző irányú hatását pótolni tudják.

Ha a talaj humuszának sokoldalú szerepét rövid pontokba kívánjuk összefoglalni, következő főbb irányelvek jöhetnek figyelembe :

1. A humusz mechanikai hatása, mely a túlságosan kötött talaj fellazítását, a laza talaj megkötését eredményezi és ezzel kapcsolatosan a talajnak a vízzel szemben való viselkedését előnyösen befolyásolja. Itt mindenesetre csakis olcsó anyagról lehet szó, mert nagy tömegre van szükség, hogy a talajban a mechanikai hatás érvényesüljön.

2. A humusz kémiai hatása a talajreakció és telítettségi állapotára vagy általában a talaj abszorpciójára vonatkozik. Erre már csak az olyan szerves anyag alkalmas, mely az abszorpciós jelenségeket a kívánt irányban módosíthatja, vagyis a talaj abszorpciós viszonyait javítja.

3. A humusznak biológiai hatása abban összegezhető, hogy a talajban élő mikroorganizmusok és egyéb élő szervezetek táplálkozásához bizonyos szerves anyagok

szükségesek. Ma még kevésbé ismerjük azt, hogy éppen miféle szerves vegyületek azok, melyek egyik-másik talaj mikroorganizmusainak táplálására legalkalmasabbak és legolcsóbbak. E téren tehát sok a tennivaló és érdemesnek látszik ezekkel a ma még nagyrészt nyitott kérdésekkel tudományosan foglalkozni. De éppen ezért a kérdés ma még annyira nincs megoldva, hogy a gazdákat óva intem, hogy ilyen hangzatos nevekkel forgalomba hozott humusztrágyákkal még csak kísérletezzenek is. Mert ha a kísérleteket nem kellő szakértelemmel és ellenőrzéssel végzik, egy esetleges álsiker sok pénzt csalogathat ki a zsebéből anélkül, hogy észrevenné annak haszontalan kidobását. Itt előbb a tudományos ellenőrzés szükséges, amelyből kitűnhet, hogy az ajánlott trágyaszerek egyáltalában megérdemlik-e a trágya elnevezést és mire használhatók. Akik tehát ilyen anyagok felkeresésével és forgalombahozatalával foglalkoznak, elsősorban az illetékes kísérleti és tudományos intézetekhez forduljanak a szükséges kísérleti tanulmányok elvégzéséért és csak ezeknek sikeres eredménye alapján lépjenek a gazdaközönség elé.

2. A különféle trágyák hatásának mértéke és ennek meghatározása.

Az előző fejezetben láttuk, hogy a különféle trágyáknak hatása milyen különböző hatóanyagoktól ered és az is kitűnt, hogy ezeknek a hatóanyagoknak a hatása az adott termelési viszonyokhoz képest igen változó lehet. Ezek azonban eddig csak minőségi jellegű meghatározások voltak. A termelőt azonban nem elégíti ki az, ha tudja, hogy az egyes trágyafélék általában milyen hatást gyakorolhatnak a termelendő növényre, vagy hogy az ő talajához hasonló természetű talajon általában milyen trágyafélék jöhetnek figyelembe: hanem azt kívánja

előre tudni, hogy az ő termelési viszonyai között — tehát adott talajon és vetésforgóban — a trágyaszükségletnek minőségileg megfelelő trágyákból milyen mennyiséget alkalmazzon, hogy *a legnagyobb tiszta hasznót érje el.* Ez minden *céltudatos trágyázásnak* az igazi célja és az egész trágyázástannak végső ideálja, hogy t. i. a trágyázástani törvények alapján olyan vizsgálati vagy kísérleti módszerhez jussunk, amelyből előre megjósolhassuk a várható termés nagyságát s így előre kiszámíthassuk a várható tiszta hasznót is.

Az előzőkből láttuk már, hogy vannak gazdasági növények, melyek különösen a gyors hatású trágyaféléket igénylik, vannak növények, melyek különösen a foszfor-savat, mások a nitrogént, ismét mások a káliumot, vagy mások a kalciumot kívánják nagyobb mértékben és könnyebben oldható tápanyagok alakjában. Más gazdasági növények megint nem tudják a gyors hatású trágyaféléket jól értékesíteni és a lassú hatású trágyákat, illetve a talaj nyers tápanyagait jobban kihasználják, mint előbbiek. Ezek alapján ügyebár a termelendő növény természetéhez képest, már megválogathatjuk a szóba jövő trágyaféléket.

Azt is láttuk az előzőkből, hogy a különböző talajok tápanyagkészlete igen különböző és ettől lényegesen függ, hogy adott talajon miféle trágyákra lehet szüksége egyik-másik gazdasági növénynek. Azt ügyebár könnyű megérteni, hogy pl. hiába van foszforsavtrágyaigénye a búzának, vagy cukorrépának, ha a talaj foszforsavkészlete ezt az igényét kielégíti, akkor azon a talajon foszforsavval trágyázni mindaddig hiába való, míg a talaj foszforsavkészlete annyira meg nem apad, hogy a termelendő növény speciális foszforsavigényeit kielégíteni nem tudja és csak ez esetben várható az adott talajon a megfelelő foszforsavtrágya termést növelő hatása. A talajvizsgálatokból ma már erre nézve tudunk következtetni, vagyis,

ha nem is mindenkor biztosan, de nagy valószínűséggel megállapíthatjuk, hogy a vizsgált talajon miféle trágyaféléktől várható hatás.

Azt azonban, hogy *mekkora lesz ez a hatás*, azt — legalább ez idő szerint — *csakis a növénykísérletekkel dönthetjük el*. Ezeknek közös jellemzője az, hogy magától a termelendő növénytől kérdezzük meg alkalmas módon, hogy adott termelési viszonyok között mennyivel több termést ad, ha a szükséges trágyafélékből bizonyos mennyiséget alkalmazunk. Ezeket a növénykísérleteket trágyázási kísérleteknek nevezzük, megkülönböztetésül az egyéb növénykísérletektől.

Ma már a trágyázási kísérleteknek többféle módját ismerjük. A kísérletezés módjához képest megkülönböztünk edény- és szántóföldi kísérleteket, növényházban és szabadban végzett kísérleteket, tudományos és gyakorlati célú kísérleteket. Nem foglalkozhatom itt a sok különböző trágyázási kísérletezés módjának ismertetésével, habár erről ma már egészen jelentékeny szakirodalommal rendelkezünk és úgy tudományos, mint gyakorlati szempontokból érdekes és időszerű volna ezt a kb. félszázados irodalmat áttekinthetően összeállítani és feldolgozni. Ez azonban nem illeszthető e kis munka keretébe és ezért itt csak azokkal a növénykísérleti eljárásokkal fogok röviden foglalkozni, melyek egy, minket különösen érdeklő gyakorlati célt szolgálnak. Ez pedig az, hogy kísérletileg előre megállapítsuk a trágyázástól várható termést. Ha ezt tudjuk, akkor a várható legnagyobb tiszta haszon is kiszámítható. Ez az ügy ma azért különösen időszerű, mert *Mitscherlich* eljárásának az lenne az igazi gyakorlati jelentősége, hogy azzal nemcsak a trágyaszükséglet minőségét állapíthatjuk meg növényfiziológiai alapon, de a trágyázástól várható termésnövekedést is előre megjósolhatjuk. A *Mitscherlich*-féle eljárásnak lényegét azonban csak úgy érthetjük meg, ha megismerjük azo-

kat a törvényszerűségeket, melyek a termés nagyságát szabályozzák. A legrégibb tudományos törvény erre vonatkozólag a *Liebig-féle «relativ minimum»* törvénye. Ez azt fejezi ki, hogy a termés nagysága a viszonylagosan legkisebb mennyiségben rendelkezésre álló növényi tápanyagtól függ. Gyakorlatilag ez annyit jelent, hogyha ismerjük azt, hogy melyik tápanyag van a relativ minimumban, akkor ennek szaporításával arányosan nő a termés. Ezt *Liebig* és követői, különösen *Wagner Pál*¹ számos kísérlettel igazolták. Az alábbi táblázatban példaképen csak a szuperfoszfátnak termésfokozó hatását említem meg.

XXI. TÁBLÁZAT.

1 hektárra adott P ₂ O ₅ mennyisége kg	A foszforsavtrágya hatására létrejött termés nagysága a trágyázatlanra, mint 100-ra vonatkoztatva	100 kg. foszforsav hatására keletkező termés mennyisége
40	114·3	135·7
55	118·3	133·3
70	123·8	134·0
85	129·4	134·6
100	133·8	133·8
115	138·0	133·0

Ebből úgy látjuk, hogy a kísérletre használt talajban a foszforsav volt a relativ minimumban, ezért amilyen arányban növelték a foszfortápanyagot, olyan arányban növekedett a termés is. *Heinrich R.* szerint,² ha pl. egy adott talajban a három fő tápanyagból csak annyi fel-

¹ Dr. *Wagner Pál*:

Einige praktisch wichtige Düngungsfragen.

Dr. Paul Wagner Darmstadt 1886. 6-te auflage Seite 79.

² *Heinrich R.*: Dünger u. Düngen. Preisschrift. 1896. III. kiadás. 2. l.

vehető mennyiség áll rendelkezésre, hogy hektáronként

a kálium	csak 30 q	rozstermésnek
a foszforsav	« 25 «	«
a nitrogén	« 15 «	«

termeléséhez elegendő és a többi termelési tényező legalább 40 q terméshez elég, akkor hiába trágyázunk káliummal vagy foszforsavval, vagy a kettővel együttesen, a termés nem lesz nagyobb 15 q-nál, mert viszonylagosan a nitrogén a legkevesebb. Ha azonban egyedül nitrogénnel trágyázunk, akkor a termés 25 q rozsra emelhető egyedül nitrogénnel. Ezenfelül azonban már nem, mert a talaj foszforsavkészlete csak 25 q rozs termeléséhez elegendő. Ha tehát még növelni akarjuk a termést, akkor a nitrogént is, de a foszforsavat is szaporítanunk kell. Ez megint csak addig növelheti a termést, míg elérjük a 30 q-t, mert ez az a mennyiség, amennyihez a talaj káliumkészlete elegendő. Ezenfelül már csak mind a három tápanyagnak együttes és a szükséghez képest arányos szaporításával növelhetjük a termést. *Lemmermann* a *Heinrich*-féle elméleti példának gyakorlati igazolásául *Langer L.* következő kísérletét említi meg:¹ (L. 22. táblázat.)

Ha egyelőre csak a felső kísérletsorozat eredményeit mérlegeljük, akkor igazolva látjuk a *Heinrich*-féle beállítást, vagyis *Liebig* törvényét. Nevezetesen kevés víz esetében úgy látszik, hogy az egy edényben foglalt talaj foszforsavkészlete csak 7 q zabterméshez volt elég, a nitrogén 39, a kálium pedig 54 q zabterméshez. Ezért azok az edények, melyek csak N-t, vagy csak K-t kaptak,

¹ *Dr. Lemmermann O., dr. Hasse P. és dr. Jessen W.:* Die Beziehungen zwischen Pflanzenernährung und Pflanzenwachstum stb. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde. Teil B. 7. Évfolyam. 2. füzet. 51. l.

XXII. TÁBLÁZAT.

Egy tenyészedényben aratott zab volt:

Trágyázás neme	KPN Teljes	KP	NK	NP	Trágyá- zatlan	Egyedül		
		elhagyva a teljesből				N	P	K
		N	P	K				
Termés q kevés vízzel	63	39	7	54	8	6	40	8
Sok víz- zel	116	61	17	105	15	16	90	15

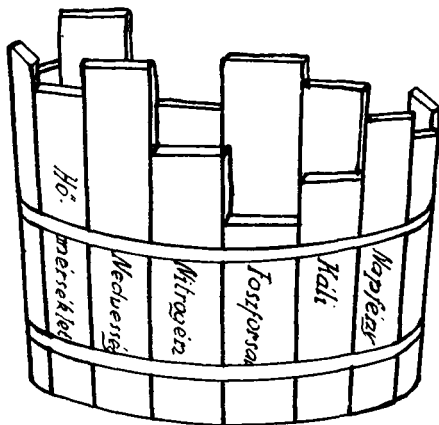
6—8 q termést adtak, mint a trágyázatlan, vagy az NK-val trágyázott. Már a P-vel trágyázott edény termése 40 q, vagyis elérte azt a határt, amely adott viszonyok közt a felvehető N-nek felelt meg. Ámde ha bőven öntözték az edényeket, akkor a második kísérleti sorozat értelmében valamennyi edény termése mintegy megkétszereződött.

Ez esetben ugyanis a talaj foszforsavkészlete 17 q zabterméshez volt elegendő 7 q helyett, a nitrogén 61 q-hoz 39 helyett, a kálium pedig 105 q-hoz 54 helyett. Az a körülmény tehát, hogy a víz mint termelési tényező kedvezőbb mennyiségben állott rendelkezésre, azt eredményezte, hogy a többi tápanyag is jobban érvényesült. Ez különben nem egyedül álló jelenség. Hiszen hazánkban igen sok gyakorlati tapasztalat igazolja, hogy a nedvességi viszonyok milyen lényegesen befolyásolhatják a műtrágyák érvényesülését. De hiszen azt is a gyakorlati tapasztalatok igazolták, hogy annál jobban érvényesülnek a műtrágyák, minél jobb művelési állapotban van a talaj. Ezért Cserháti azt a tételt hirdette, hogyha a talajnak mindazt megadtuk a művelésből és istállótrágyázásból (esetleg zöldtrágyázásból), ami adott körülmények között lehetséges, akkor és csak akkor folyamodjunk azokhoz a mesterséges

trágyafélékhez, melyekre az illető talaj reagál. Ezt nemcsak nagyszámú gyakorlati trágyázási kísérleteiből, de különösen az edénykísérletek eredményeinek a gyakorlati kísérletekkel való összehasonlítása alapján kezeltette. Mert midőn átszámította az egyes műtrágyák hatását az edénykísérletekből a szántóföldre, azt tapasztalta, hogy a műtrágyák hatásfoka az edénykísérletekben igen gyakran olyan nagy, aminő terméseket a szántóföldön elérni nem igen lehet. Ezt pedig annak tulajdonítja, hogy az edénykísérletben megadjuk a növénynek mindazt, ami a legkedvezőbb fejlődéséhez szükséges, vagyis *optimális tenyészfeltételeket* teremtünk, aminőket a szántóföldön inkább csak kivételesen érhetünk el. Különösen a nedvességi viszonyokat az edénykísérletekben sokkal kedvezőbben és biztosabban szabályozhatjuk, mint azt a szabad természetben találjuk. Különösen *Hellriegel* klasszikus kísérleteiből tudjuk, hogy a legtöbb gazdasági növény esetében legelőnyösebb, ha a talaj nedvessége a talaj vízfoghatóságának 60%-án tartatik. Ezt a edénykísérletek esetében nagy megközelítéssel és kellő gondossággal betarthatjuk, ámde a szabad természetben ez így soha sem következik be az egész tenyészidő folyamán.

Mindezek a tapasztalatok az eredeti «relativ minimum» törvény kiegészítését és módosítását követelték. Az eredeti *Liebig*-féle törvény kimondottan csak a növényi tápanyagokról szólt. A vizet is ezek közé sorozhatjuk, de a talajművelést, mely a talajnak átszellőződését és biológiai működését nagy mértékben elősegítheti vagy gátolhatja, a napfényt, meleget és általában valamennyi termelési tényezőt, beleértve a növénynek faji tulajdonságait is be kellett iktatni a relativ minimum törvényébe. Ezt a kiegészített, vagyis az összes termelési tényezőkre kiterjesztett relativ minimum törvényét akarja megvilágítani az ú. n. «minimum dézsa», melynek képét a 8. ábrában láthatjuk.

A minimum dézsa egyes dongái a különböző termelési tényezőket jelképezik. Ha ezt vízzel vagy gabonával megtöltjük, könnyen belátható, hogy a legrövidebb donga magasságán felül a dézsa meg nem tölthető. A legrövidebb donga, vagyis a relatív minimumban lévő termelési



8. ábra.

tényező szabja meg tehát a dézsa befogadó képességét, illetve a talaj termőképességét.

A relatív minimum törvényének ez a kiterjesztése az összes termelési tényezőre azonban még nem fejt meg azt a jelenséget, hogy pl. a víznek mint termelési tényezőnek növelésével a többi termelési tényező is jobban érvényesül. Ebből fejlődött ki a *Liebscher*-féle «optimum-törvény» (1895-ben). Ez azt fejezi ki, hogy minden termelési tényezőre létezik egy bizonyos optimum, mely a legnagyobb hatást fejtheti ki, ha t. i. a többi termelési tényező is az optimális állapotban fordul elő. Ez tehát természetes határt szab a várható legnagyobb termés-

nek, ami a Liebig-féle relativ minimum törvényéből önként csak akkor következik be, ha egy olyan termelési tényező kerül a relativ minimumba, amely meg nem változtatható, mert a természettől adott és az ember által meg nem változtatható. Pl. ilyen a nap sugárzó erejének a mértéke. Ezt csökkenteni ugyan mesterségesen lehet, de szaporítani csak igen költséges technikai berendezésekkel (pl. nagy gyűjtőlencsékkel stb.) volna lehetséges.

Ezzel ellentétben és a valóságnak jobban megfelelőleg az *optimum-törvénye* azt mondja, hogy az elérhető legnagyobb termés, vagyis a *maximális termés* akkor következik be, ha valamennyi termelési tényező az illető termelendő növény sajátos igényeinek megfelelőleg a legkedvezőbb, tehát *optimális* mértékben működik közre. Ha ezek közül csak egy is kisebb mértékben van jelen, mint azt a termelt növény sajátos és tökéletes kifejlődése megköveteli, akkor a növény fejlődése ahhoz a termelési tényezőhöz igazodik, mely az optimálisnál kisebb mértékben van jelen, vagyis a többi termelési tényezőhöz képest a relativ minimumban van jelen. Ha pedig több termelési tényező van az optimális határ alatt, akkor ezek között a relativ minimum törvénye akként érvényesül, miként azt a fenti kísérletek is igazolták. Ámde ez esetben is a relativ minimum törvény szigorúan csak akkor igazolódik be, ha egyik termelési tényező *viszonylagosan nagyon messze esik az optimális mértéktől*. Ugyanis csak abban az esetben növekszik a termés a relativ minimumban lévő tápanyag pótlásával közelítőleg egyenes arányban. Minél jobban közeledik azután az optimumhoz, annál kisebb lesz az illető tényező termés-növelő hatása, vagyis hatásfoka.

Ennek a kísérleti igazolására *Lemmermann* fentidézett közleményében *Hellriegel*¹ edény kísérletei közül következőket használja fel:

¹ *Hellriegel H.*: Beiträge zur N.-Frage. 1897. 8. 1.

N-trágya g	Termés g	Többtermés	0.056 g N által előidézett többtermés
0	0.46	—	—
0.056 (1 × 0.056)	5.54	5.08	5.08
0.112 (2 × 0.056)	10.80	10.34	5.26
0.168 (3 × 0.056)	16.39	15.93	5.59
0.224 (4 × 0.056)	21.09	20.63	4.47

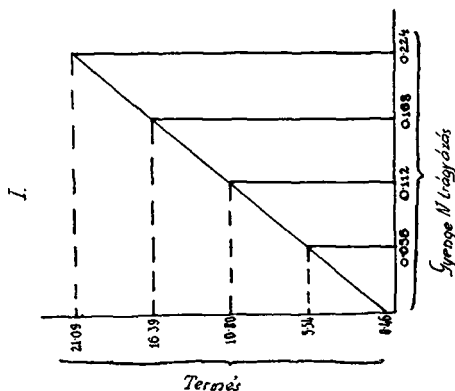
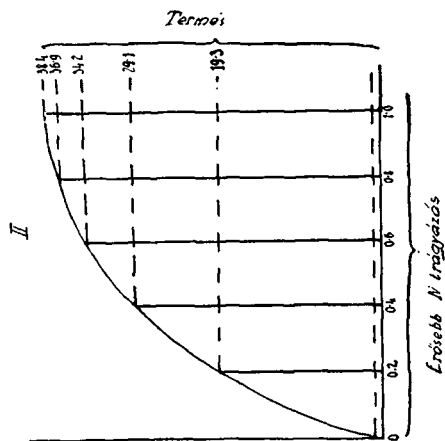
Amit tehát fentebb *Wagner Pál* adataival igazoltunk a foszfortrágyán, azt látjuk jelen példában a N-trágyán. Ámde ez nem tart így a végtelenig, más szóval a nitrogén adag termésfokozó hatása nem marad így, bármily sok nitrogént adunk. Mert minél nagyobb adagokat adunk, annál közelebb jutunk az optimálishoz és minél közelebb jutunk az optimumhoz, annál kisebb lesz a termés növekedése a N-egységére vonatkoztatva. Ezt *Lemmermann* a következő tapasztalati példával világítja meg.¹

N-adag g	Termés g	0.2 g N által létrehozott terméstöbblet g
0.0	1.0	—
0.2	19.3	18.3
0.4	29.1	9.8
0.6	34.2	5.1
0.8	36.9	2.7
1.0	38.4	1.5

Látni az utolsó rovat adataiból, hogy minél közelebb jut a nitrogén az optimumhoz, annál kisebb hatást fejt ki 0.2 g felvehető nitrogén, vagyis más szóval a *nitrogén tápanyag hatásfoka nem állandó*, dacára még mindig a relatív minimumban van, hanem arányosan csökken aszerint, hogy egyre közelebb jut az optimális mennyiséghez.

Ha a kétféle hatást diagrammban ábrázoljuk, úgy hogy

¹ *Lemmermann O., Hasse P. és Jessen W.*: U. o. 59. l.



9. ábra.

vízszintes irányban a nitrogénadagokat, függőleges irányban a terméseket mérjük fel, akkor a 9. ábra tanulsága szerint az első esetben, midőn a nitrogén távol esett az optimumtól és a nitrogénadagok kicsinyek voltak, közelítőleg egyenes vonalat, a másik esetben pedig logaritmikus görbét kapunk. A logaritmikus görbének a kezdete szintén közelítőleg egyenes. Így tehát az első diagramm beleilleszthető a másodikba, ha feltételezzük, hogy az első diagramm csak a görbe kezdeti szakasza, mely közelítőleg egyenes.

Mitscherlich és *Baule* szerint ez a görbe következő logaritmikus egyenlettel fejezhető ki:

$$y = A (1 - e^{-cx}),$$

melyből az egyes hatótényezők hatásfoka ($c_1 c_2 c_3 \dots$ stb.) néhány tapasztalati adat alapján kiszámítható és *Mitscherlich* nagyszámú tapasztalata értelmében *állandónak* bizonyult. A fenti egyenletből ugyanis:

$$c = \frac{\log (A - y_0) - \log (A - y)}{x},$$

amelyben A az elérhető maximális termést, y az x -mennyiség hatóanyaggal elért termést, az y_0 a hatóanyag nélkül kapott termést, c pedig a hatásfokot fejezi ki.

Látni való ebből, hogy *Mitscherlich*nek egyik újítása a régihez képest az, hogy ő a terméstöbbletet nem az eredeti terméshez viszonyítja, miként ez általában még ma is szokásos, hanem az illető hatótényezővel elérhető maximális termésből hiányzó mennyiségekkel hozza vonatkozásba. *Mitscherlich* kísérletileg igazolta is, hogy pontos edénykísérletekben, tiszta hatóanyagokkal dolgozva, ez a logaritmikus egyenlet (ill. a parabolikus görbe) valóban érvényes, és ez nem is mond ellent a *Liebscher*-féle optimum törvényének fent említett alkalmazásával. A különbség csak látszólagos és a kifejezés módjában rejlik.

Azt *Lemmermann* is kísérletileg igazolta, hogy a hatóanyagoknak fokozatos növelésével a termésnövekedés a *Mitscherlich*-féle logaritmikus egyenletnek mindaddig megfelel, míg a többi termelési tényező lényegesen nem változik. Ilyen körülmények között a *c*-érték, vagyis a hatásfok állandó. De a többi tényező változásával és különösen a talajok és a termelési viszonyok változásával már a *c*-együttható állandóságát igazolva nem látja sem a maga, sem mások tapasztalatai alapján. Ezért *Lemmermann* e tekintetben abban foglalja össze a maga jelenlegi álláspontját,¹ hogy *Mitscherlich* és *Baule*-nak az a feltevése, hogy minden tápanyag a többi termelési tényezőtől függetlenül még akkor is állandó hatásfokú, ha nincs a relatív minimumban, sok esetben ugyan igazolást nyert, de általánosan nem mindig érvényes. Ez elméletileg érthető is, mert a növényekben lejátszódó életfolyamatok sok olyan tényezőtől függnék, melyek részben egymásnak hatását növelik, illetve gyöngítik. Nehezen volna tehát magyarázható, hogy a termelési tényezők hatása a többitől teljesen független és egy egyszerű egyenlettel kifejezhető volna. *Lemmermann* inkább hajlandó a termelési tényezők változó hatásfokának törvényét kimondani.² Különösen a nedvességi viszonyok, a talaj termőképességi állapota és ugyanazon talajon az időjárás évi változásai a *c*-tényező értékét lényegesen befolyásolhatják. A gyakorlati kérdés tehát az, hogy ezek a változások a gyakorlati életben milyen gyakoriak és mekkora eltéréseket okozhatnak. Ebben az irányban *Lamberg* fentemlített adatai értékesek, de még korántsem elegendők, hogy pl. megállapíthatnók, hogy a *Mitscherlich*-féle eljárással pl. az esetek 70%-ában vagy nagyobb, illetve kisebb valószínűséggel a várható ter-

¹ *Lemmermann*: U. o. 67. l.

² U. o. 77. l.

méstöbblet előre kiszámítható. Ez tehát arra kell serkentsen, hogy minél több és nagy arányú, de szabatos kísérletekkel tapasztalatokat szerezzünk. Jelenleg azonban a *Mitscherlich* eljárása még nem biztosíthat, hogy nem tévedünk-e a hatás mértékének megítélésében, viszont a minőségi megállapításra: a kémiai, bakteriológiai talajvizsgálat vagy a Neubauer-féle kísérlet gyorsabb és olcsóbb.

IV. RÉSZ.

A levegő, mint termelési tényező.



LEVEGŐ összetétele korántsem olyan egyszerű, miként azt közönségesen tanítják. Igaz, hogy durva megközelítéssel 79 térfogatszázalék nitrogénből és 21% oxigénből áll. Az is igaz, hogy az oxigénre a növényeknek is szükségük van, nemcsak az állatoknak és a termelés szempontjából hasznos talajbaktériumoknak, mert különösen ha a talajba jutott levegőnek a gyökér lélegzelés folytán elfogy az oxigéntartalma, akkor a növény elpusztul. Az oxigén tehát a talajlevegőben szükséges a növénytermelés szempontjából is, ha a földfeletti levegőben a zöld növények több oxigént termelnek is, mint amennyit fogyasztanak. Az is igaz, hogy a levegő szabad nitrogénjét, habár a növények közvetlenül fel nem vehetik, de bizonyos talajbaktériumok segítségével értékesíthetik és újabban a nitrogéntrágyaipar a levegő szabad nitrogénjét értékes salétrom-, ammoniumtrágyákká vagy mésznitrogénné alakítja és így a gazdasági növények hasznára fordítják. Mégis a levegő összetételében a termelés szempontjából sokkal fontosabb szerep jut a széndioxidgáznak, melynek mennyisége közönségesen csak 0.03%, vagyis 100.000 liter levegőben csak 30 liter a CO_2 . Mégis ebből a látszólag kis mennyiségből építi fel az egész növényvilág a szerves anyagát. Ez, miként azt már *Liebig* megállapította, onnan ered, hogy az elhasznált széndioxid állandóan pótlódik. Egyrészt a föld felületén végbemenő égési jelenségek nagyrészt a szénnek szén-

dioxiddá egészen alapulnak. Másrészt az ember és állat az elfogyasztott szerves anyagot szintén elégeti széndioxid és vízzé és vagy a tüdőn, vagy a bőr felületén át kilélekzeli. Az imént említettük, hogy a növények is részben a levegő oxigénjét hasonló lélekzelési folyamatokra használják. Végre a talajban élők világa is csaknem mind széndioxidot termel és oxigént használ el. Így magyarázható, hogy annak ellenére, hogy a növényvilág évente, sőt naponta óriási széndioxidot használ fel új szerves anyag létrehozására, mégis a levegő széndioxidtartalma nemcsak soha ki nem fogy, hanem meglehetősen állandó és a növény tápláló igényeinek megfelelő.

A másik fontos termelési tényező a levegőnek nedvesség tartalma. Ez már korántsem állandó érték, mint az előbbi. Ellenkezőleg a legváltozóbb termelési tényező és a termelés szempontjából nem is az a fontos, hogy mennyi a nedvesség abszolút mértéke, de mennyi a *levegő relatív nedvességtartalma*. A levegő aszerint több vagy kevesebb nedvességet bír felvenni, minél távolabb vagy közelebb áll a telítettségi állapottól. Ez utóbbi pedig a levegő hőmérsékletével változik. A hőmérsék növekedésével növekszik a levegő vízfelvevő tehetsége. Ha tehát a páratelt meleg levegő lehül, akkor az alacsonyabb hőfoknak megfelelőleg csökkenni fog a levegő vízfelvevő tehetsége és ha előzőleg a magasabb hőmérsékleten több vízpárát tartalmazott, mint a lehülés utáni telítettség megengedi, a többlet kicsapódik. Így keletkezik a harmat, eső, jégeső vagy hó, általában a csapadék. A mezőgazdasági növények szempontjából elsősorban a csapadéokban lezuhlott nedvesség bír jelentőséggel. Még pedig nem is az a fontos, hogy mennyi az évi csapadék összege, mert az évi csapadék és az évi átlagos hőmérséklet viszonya jobban jellemzi az éghajlatnak a növényzetre való hatását. Igen lényeges, sokszor döntő jelentőségű az

évi csapadék eloszlása az év különböző szakaszában és különösen az egyes növények tenyészidejére eső csapadéknak az eloszlása Igy pl. ahol a csapadék zöme a nyári hónapokban esik le, ott a kukorica, répa, burgonya jobb és biztosabb terméseket ad, mint ahol a nyári hónapok szárazak és a csapadék az október—áprilisi időszakra esik. A kalászos gabonafélék viszont az őszi és tavaszi csapadékot jobban kihasználják, mint az említett tavaszi kapásnövények. Ez is egyik oka annak, hogy Alföldünk elsősorban gabonatermelésre való.

Amde az egyszer lehullott csapadékkal a talaj és a növény különböző módon takarékoskodik aszerint, hogy milyen a talaj fizikai állapota és a növény vízzel való gazdálkodó tehetsége. Vannak ugyanis talajok és talajművelési módok, melyek a talajra hullott csapadékot konzerválják olyan időszakokra is, amidőn nem jut friss csapadék a talajba. Hasonlóképp vannak növények (az ú. n. xerophiták), melyek természete, hogy kevesebb vízzel beír, mint mások.

A talaj fizikai természete ugyan adott körülmény, de a gazdának módjában áll céltudatos műveléssel, talajjavítással, illetőleg trágyázással a talaj fizikai állapotát megjavítani, sőt mesterséges öntözéssel a hiányzó csapadékot még pótolni is, vagy vízlecsapolással a fölös és káros vizet a talajból elvezetni. Mert végre is a gazdasági növények ugyan harmat alakjában közvetlenül a levegőből is kaphatnak vizet, de *a vízfelvétel zöme mégis a talajból és pedig a gyökerek útján történik.* Az a csapadék tehát, mely nem jut a gyökerekhez akkor, mikor arra szükség van, az a növénytermelés szempontjából elveszett. Ezért annyira fontos a talaj fizikai természete és állapota a termelés során. Minthogy pedig a víz — miként az előzőkben láttuk — a legfontosabb termelési tényezők egyike, a termés mennyisége és minősége szempontjából igen lényeges, hogy a talajt mindenkor az

adott viszonyoknak legmegfelelőbb fizikai állapotban kell tartanunk. Ehhez pedig nem elég, ha az adott egyéb termelési körülményeket, különösen az éghajlati viszonyokat ismerjük, de ismernünk kell talajunk fizikai sajátságait és képességeit, hogy azután ezeket céltudatosan irányítsuk és formáljuk a legnagyobb tiszta jövedelem elérésére. Itt is tehát a növények termelése szempontjából nem lehet az a főcél, hogy maximális termést produkáljunk, hanem hogy maximális tiszta jövedelmet arassunk. Ez épen a feladat nehézsége. Mert a talaj fizikai sajátságainak hatását a termés nagyságára nézve még kevésbé ismerjük, mint a fontosabb növényi tápanyagokét. A *Mitscherlich*-féle általános egyenletbe tehát a c-együtthatóknak még eddig hozzávetőlegesen sem ismert sorozata kapcsolódik, amelyek mindenike közreműködik ugyan a mindenkori termés létrehozatalában, de hogy milyen mértékben? — és hogy ezekre is érvényes-e a már ismertetett logaritmikus egyenlet? — ezek olyan kérdések, melyek megoldása a jövő feladatát képezi. Mindazonáltal hasznos és tanulságos lesz, ha legalább azokat a fizikai sajátságokat megismerjük, melyek a talaj vízgazdálkodását szabályozzák.

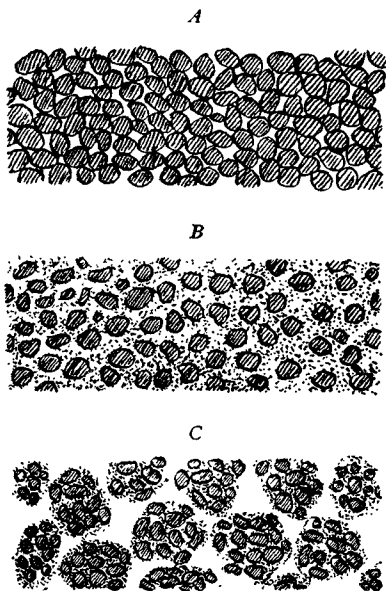
1. A talaj víztartalmát szabályozó fizikai sajátságok.

A talaj fizikai sajátságait általában két nagy csoportba oszthatjuk, ú. m. az állandó és a változó fizikai sajátságok csoportjába. A talaj víztartalma szempontjából is vannak állandó vagy abszolút természetű fizikai sajátságok, mint pl. a mechanikai összetétel, a talaj valódi fajsúlya, abszolút keménysége, képlékenységi és zsugorodási tehetsége stb., de vannak igen fontos változó és mégis jellemző fizikai sajátságok is, mint pl. a talaj térfogatsúlya, vizet áteresztő, illetőleg visszatartó képes-

sége stb.¹ Itt ezek közül csak a növénytermelés szempontjából legfontosabbakra szorítkozhatunk.

A talaj víztartalmának mértéke elsősorban a talaj vízforrásaitól és ezeknek mindenkor mértékétől függ ugyan, de a talajra vagy talajba jutott víznek további sorát elsősorban a talaj szerkezete, ú. n. struktúrája szabja meg. Ennek három fő típusát a mellékelt 10. ábra mutatja be.

A laza szerkezetet az jellemzi, hogy abban nincs olyan kis hézag, mely a víz kapilláris sajátságait érvényesíteni engedné. Dr. Atterberg A. svéd tudós tapasztalatai értelmében 0.2 mm-es szemcse átmérőnél durvabb homok (0.2—2.0 mm átm.) vagy kavics (2—7 mm átm.) kapilláris tulajdonságokkal nem, vagy csak alig rendelkezik. Ezért a vizet hamar áteresztí és attól csak éppen annyit tart vissza, amely a szemecskék felületét nedvesíti meg. Ez hamar elpárolog és az ilyen



10. ábra.

A talaj szerkezetének három fő típusa. A por-szemű; B tömődött; C morzsalékos.

Ezért a vizet hamar áteresztí és attól csak éppen annyit tart vissza, amely a szemecskék felületét nedvesíti meg. Ez hamar elpárolog és az ilyen

¹ Bővebbet dr. Sigmond Elek: A talajvizsgálat mechanikai és fizikai módszerei. Magy. Földtani Intézet kiadványa. 1926.

durva homokból álló talaj hamar kiszárad. A 0.2—0.02 mm-es átmérőjű homok ellenkezőleg erős kapilláris tulajdonságokkal bír. Ez annyit jelent, hogy a vizet különböző mélységből felszívja, akár csak a lámpabél a petróleumot, vagy az itatós papiros a vizet vagy téntát. De nemcsak felszívja a vizet az ilyen finom homok, hanem lassabban ereszti át és többet tart vissza, mint ami csak a szemecskék felületének megnedvesítéséhez szükséges. Mert az ilyen finom homok, ha kellőleg összeülededik (saját súlya alatt, vagy vízben való ülededés következtében), akkor olyan apró hézagok keletkeznek, melyekből már kapilláris ereje sem engedi, hogy a víz kicsurogjon. Ez a finom homok tehát bizonyos mennyiségű vizet visszatart. A talajba jutott víz egy része tehát a mélyebb rétegekbe jut, másik része visszatartatik. A visszatartott vizet részben a növényzet felveszi, részben a talaj felületén elpárolog. A talaj kapilláritása mindkettőt addig pótolja, míg az altalajban van víz és nincs olyan mélyen, hogy a talaj kapilláris ereje felszívhassa. A kapilláris hézagoknak tehát igen nagy a jelentősége a vízzel való gazdálkodás szempontjából.

Ámde ha a talaj csak kapilláris hézagokkal bír, akkor nagyon lassan veszi be a vizet s így a kiadósabb csapadék nem juthat bele, hanem a felületen elfolyik, vagy megáll. Mind a kettő káros a termelésre. Az ilyen szerkezetű talaj tömött vagy tömődött. A tömődöttség annál nagyobb lehet, minél finomabb szemecskékből áll a talaj.

A talajszerkezetnek harmadik főtípusa az ú. n. morzsalékos szerkezet. Ez akkor keletkezik, ha a talaj finomabb szemecskéit az agyag mint kötőanyag nagyobb összetett szemecskévé, morzsává ragasztja össze. Így az egyes morzsák közt nagyobb hézagok támadhatnak, melyeken a víz hamar beivódik a talajba. De az egyes morzsákon belül a kapilláris hézagok uralkodnak. Ezek megakadályozzák, hogy a befogadott víz a talaj-

régeen gyorsan átszaladjon, sőt a víznek bizonyos részét makacsul visszatartják. Ha pedig az egyes morzsák a felületen kiszáradnának, a kapilláris hézagok a morzsák érintkezési pontjain át a mélyebb talajrétegekbe jutott vizet is képesek felvenni.

A talajszerkezet nem talajbeli sajátság, inkább talaj-állapot, mely a talaj fizikai sajátságaihoz és összetételéhez képest változik, de mesterséges beavatkozásra is erősen változtatható. A fentemlített három típuson belül megszámlálhatatlan változat képzelhető. Általában a morzsás szerkezetet tartják legjobbnak, de vannak körülmények, mikor a laza, máskor pedig a tömődött az előnyösebb. A talajművelés feladata, hogy a talaj szerkezetét a mindenkor termelési viszonyoknak legmegfelelőbben alakítsa. Szélsőséges eseteket nem tekintve, a legtöbb talajjal mind a háromféle szerkezet bizonyos mértékig elérhető, a kérdés csak az, hogy mennyi és milyen munkába kerül és mennyire tartós. Ez az, ami azután a talaj fizikai sajátságaitól és az időjárástól függ.

a) A talaj mechanikai összetétele (Dispersitas).

A talajstrukturának mikénti kialakítása elsősorban attól függ, hogy milyen finom szemecskék alkotják a talajt. Gyakorlati nyelven szólva a talajok szemecske nagysága szerint állhatnak: kavics (2—7 mm átm.), durva homok (0.2—2 mm átm.), finom homok (0.02—0.2 mm átm.), iszap (0.002—0.02 mm átm.), agyag (0.002-nél finomabb) részecskékből.

Ez az *Atterberg*-féle elhatárolás, melyet egyelőre a *Nemzetközi talajtani társaság* is magáévá tett. A fenti határok nem szigorúak, mert hiszen szigorúan meg sem határozhatók, különösen nem szigorú az agyagnak felső határa, mely tulajdonképp ott kezdődik, amidőn a dispersitás már oly nagy, hogy a vízben a kolloid jelenségek

észlelhetők (ú. m. Brown-féle mozgás, egyes organikus festékekkel való festődés, koagulálás stb.). Ez *Atterberg* szerint 0.003—0.002 mm átmérőnél kezdődik.

A mechanikai összetételt a mechanikai elemzéssel határozzuk meg. Ennek többféle módját ismerjük, melyek nem egyaránt alkalmasak a különböző finomságú talajszemecskék, ú. n. talajfrakciók elkülönítésére. A legdurvább szemecskéket leggyorsabban és legjobban a szitálással határozhatjuk meg. Ez abban áll, hogy a kívánt nyílású, négyszöges vagy kereklyukú szitákon átszitáljuk a talajt. Ezzel szoktuk a kavicsot és a durvább homokokat meghatározni. Ámde a 0.5 mm-nél kisebb nyílású sziták már nem pontosak. Azért a durva és finom homok frakcionálására az ellenáramú iszapoló tölcsek a legcélszerűbbek, minők pl. a *Schöne*-féle vagy újabban a *Kopecky*-féle. 2—0.02 mm. átm. frakciókat így leggyorsabban és legjobban határozhatjuk meg. Már a finomabb frakciókat (iszap, agyag) ülepítő hengerekben vagy az ú. n. pipettás módszerrel határozhatjuk meg legjobban. Az igen finom részecskék további szétválasztására az ülepítés igen hosszadalmas, de a pipettás eljárás használható és a centrifugálás még gyorsabb módszer.¹

b) A talaj kötöttsége (szilárdsága).

Atterberg mutatott rá először, hogy a mechanikai elemzéssel a kötött talajokat jellemezni nem lehet jól. E helyett a talaj ú. n. *abszolút szilárdságát* ajánlotta a talaj kötöttségének egyszámmal való jellemzésére. Majd később azt is tapasztalta, hogy mivel a talaj szilárdsága a nedvességtartalommal jellemzően változik, azt ajánlotta, hogy a

¹ Bővebbet dr. *Köhn Manfréd*: Beiträge zur Theorie und Praxis der mechanischen Bodenanalyse. Landw. Jahrbücher LXVII. köt. 4. füzet. (1928. év.) 485—546. l.

szilárdságnak a nedvességgel való változását koordinata-rendszerben ábrázoljuk és mintegy a szilárdsági görbékkel közelebbről jellemezzük a talajokat. Váratlan halála megfosztotta attól, hogy eredeti gondolatát végig kidolgozza s így egyelőre csak az abszolút szilárdság alapján felépített és javasolt osztályozása maradt reánk, melyet alább mutatok be; de mivel abban még a képlékenységi szerepel, ezt is előbb ismertetnem kell.

c) A talaj képlékenysége. (*Plaszticitás.*)

Az agyagnak általában a kolloiddispersitású anyagoknak tulajdonsága, hogy azok háromféle halmazállapotban fordulhatnak elő: szilárd, gyúrható, vagyis képlékeny és folyékony állapotban. Ha mi a talajt sok vízhez keverjük, akkor szétoszlik a vízben és folyékony mindaddig, amíg annyi a talaj, hogy kezd vastagon folyóssá lenni, majd pedig megszilárdul. Az első állapotot úgy is jellemezhetnők, hogy a talajszemecskéket a vízben dispergáltuk. A másik végletben megfordítva a vízcseppeket dispergálják a talajrészecskék. A plasztikus talajok esetében azonban a folyékony és szilárd állapot közt van olyan átmeneti állapot, melyben a talaj már nem folyik szét, de formálható, mint a folyadékok. Ámde a folyadék a formáját csak addig tartja meg, amíg a formában tartjuk, ha kivesszük, szétfolyik. A plasztikus anyagra éppen az a jellemző, hogy ez a felvett formát a forma eltávolítása után is bizonyos mértékig megtartja. Ebben tehát a szilárd testekhez hasonlít, de ezek viszont ridegek, nem formálhatók. *Atterberg* megállapította, hogy milyen nedvességtartalomnál kezdődik a formálhatóság és milyen nedvességnél szűnik meg. A két nedvességtartalom közötti nedvesség bizonyos szempontból a plaszticitás mértéke, melyet a különböző agyagos talajokra jellemzőknek talált.

Ezek után *Atterberg* a következő fizikai talajosztályozást alkalmazta a svédországi talajokra :

XXIII. TÁBLÁZAT.

A) <i>Agyagtalajok.</i> Erősen képlékenyek. I. Ragadós képlékeny agyagok. Nehezen művelhetők. A mechanikai összetételben az agyag uralkodik II. Vályogos agyag. a) közepesen nehéz művelésű agyagok. A mechanikai összetételben a finom homok uralkodik ; b) mérsékelten nehéz művelésű agyagok. A mechanikai összetételben a finom homok, vagy az iszap uralkodik ...	Szilárdsági értéksz. nagyobb 40-nél 40—31 30—16
B) <i>Vályogtalajok.</i> Nem képlékenyek, többé-kevésbé kötött talajok. A mechanikai összetételben, vagy a finom homok vagy az iszap a túlnyomó I. Mérsékelten nehéz művelésű vályogok II. Könnyű vályogok... ..	Szilárdsági értéksz. 30—16 15—8
C) <i>Homok és iszaptalajok.</i> Lazák, szilárdsági értékszámuk 7—0-ig I. Finom homoktalajok II. Durva homoktalajok... ..	Kapillaritás. 34 cm.-nél nagyobb 34 cm.-nél kisebb

d) Talajhigroszkóposság (*Mitscherlich* sz.), a talaj víz-egyenértéke («*Moisture equivalent*»), a hervadási együttható (*Wilting coefficient*).

Ez a három talajsajátság ugyan más és más sajátságot jelent, de együttvéve a gazdasági növények vízellátása szempontjából összetartozó értékek. A talajnedvességet ugyanis három kategóriába oszthatjuk. Az egyik az, amelyet a talaj legmakacsabban visszatart, melyet még a levegőből is felvesz és amelyet a talaj higroszkópos nedvességtartalmának nevezünk. Ennek meghatározására *Mitscherlich* eljárása igen egyszerű, pontos és az egyes talajokra jellemző abszolút értékeket szolgáltat.¹ Oka ennek az, hogy a talaj higroszkópos tulajdonsága a talajszemecskék összes felületének nagyságával áll összefüggésben, ami adott körülmények között állandó. *Rodewald* feltételezi, hogy a higroszkópos nedvesség az a vízmennyiség, mely a talajrészecskék felületét épen egy molekula nagyságú vízréteggel borítja be. Minthogy pedig *Nernst* szerint egy molekula víz $8.3 \times 18 \times 10^{-22}$ mg súlyú: ennek alapján a higroszkópos víz mennyiségéből a talajfelület nagyságát 1 gr talajon a következő egyenlettel számítjuk ki:

$$F = \omega H \cdot 40.6 \text{ m}^2,$$

mely képletben ωH a talált higroszkóposságot jelenti. Ezek alapján *Mitscherlich* a következő értékekhez jutott. (L. 24. táblázat.)

Látnivaló, hogy a talaj természetéhez képest a higroszkóposság és vele a talajfelület változik. *Mitscherlich* annak idején igen nagy gyakorlati jelentőséget tulajdonított ennek, mert egyenesen a talajok termőképességét a talajfelület nagyságával hozta kapcsolatba. Ha ez nem is

¹ *Mitscherlich A.*: *Bodenkunde für Land- und Forstwirte*. II. kiadás. 1913. Berlin. 66. l.

XXIV. TÁBLÁZAT.

Talajfajta	Hygroska- picitas	1 gr talaj felülete m ² -ben
Finom harmadkorú kvarc- homok	0.034	1.38
Ugyanaz mozsárban meg- törve	0.068	2.76
Szénsavas mész... ..	1.000	40.60
Homoktalaj (kéreg)	1.060	43.00
Vályogos homoktalaj	1.400	56.80
Homokos vályogtalaj	2.090	84.90
Szelíd vályogtalaj	3.000	121.80
Mezőségi talaj I. oszt.	3.190	129.50
Kaolin	5.400	219.20
Nehéz vályogtalaj	6.540	265.50
Alláp... ..	18.420	747.90
Ugyanaz	18.88	766.50
Nehéz agyagtalaj Jávából	23.81	966.70

bizonyult helytállónak és maga a kiszámítás módja is több olyan feltevésen alapszik, mely más szakemberek szerint vitatható: annyi kétségtelen, hogy az eljárás a higroszkóposság meghatározására jó és hogy ez kétségen felüla talajszemecskék finomságával, illetve összfelületével összefüggő jelenség. Minthogy pedig a higroszkópos vizet a talajszemecskék makacsul visszatartják, feltételezhető, hogy ez a nedvesség a növénygyökerek szívóerejének is ellentáll, vagyis a növény táplálkozása szempontjából *inaktív*. Ez az a tulajdonság, amelyet a talaj még nagy szárazság idején is visszatart, olyankor is, mikor minden növény kipusztul, elhervad rajta.

Briggs és Shantz a talajnak azt a nedvességtartalmát, mely az egyes növények tartós elhervadásakor tapasztalható, *«hervadási együtthatónak»* («Wilting coefficient») nevezték el és sajátos eljárást dolgoztak ki, ennek meg-

határozására.¹ Néhány idevágó értéket a 25. táblázat tartalmaz.

Ezek az adatok azt bizonyítják, hogy minél kötöttebb a talaj, annál nagyobb a hervadási együttható és hogy a hervadási együttható a mechanikai összetételből kiszámítható. Ez a higroszkópossággal is így van. *Briggs* és *Shantz* kísérletei szerint a higroszkóposságból a hervadási együttható a következő egyenlet szerint számítható ki:

$$\frac{\text{higroszkóposság}}{0.68 + 0.012} = \text{herv. együttható.}$$

Az aktív nedvesség mindaz, amit ezenfelül a talaj tartalmaz. Ez természetesen változó érték. De mégis van ennek is határa. A felső határ az, amikor a talaj összes hézagai vízzel telítettek. Ámde ennek egy része csak átmeneti nedvesség, mely a gravitáció folytán mindjárt tovább szűrődik a mélyebb talajrétegekbe. Ebből tehát a növényzet legfeljebb rövid ideig táplálkozhat. Van azonban egy ennél állandóbb része a talajnedvességnek. Ez az a vízmennyiség, melyet a talaj hajcsővéssége vagy kapilláritása révén visszatart. Ez megint a talaj szerkezetével és mechanikai összetételével összefüggő érték, melyet a talaj abszolút vízfoghatóságának (vízkapacitás) nevezünk. Ennek a meghatározása nem nehéz, de azzal a gyengével bír, hogy a talajszemecskék elhelyezkedéséhez mérten változó értékeket ad. Ezért legcélszerűbb a talaj eredeti állapotában meghatározni, miként erre később visszatérek. Ez is összefügg a hervadási ponttal *Briggs* és *Shantz* következő képlete értelmében:

$$\frac{\text{vízkapacitás} - 21}{2.9} = \text{herv. együttható.}$$

¹ Dr. *Briggs* L. J. és *Shantz* H. L.: The wilting coefficient for different plants and its determination. U. S. Dep. Agric., Bur. Plant Industry Bull. 230. 1912.

XXV. TÁBLÁZAT.

Az észlelt és a mechanikai elemzés adataiból számított hervadási együttható.

Talaj száma	Talajnem	Durva homok %	Finom homok %	Por %	Agyag %	Együttható		Maradék	Észlelt és számított együttható aránya
						számított	észlelt		
7	Durva homok ...	60.4	37.1	0.8	1.6	1.8	0.9	+0.9	0.50
2	Finom homok ...	28.2	64.4	4.7	3.9	3.1	2.6	+0.5	0.84
8	Finom homok ...	35.4	55.1	4.8	4.5	3.6	3.3	+0.3	0.92
9	Finom homok ...	29.9	56.7	5.0	8.2	3.8	3.6	+0.2	0.95
3	Homokos vályog...	33.1	50.0	8.6	7.5	4.9	4.8	+0.1	0.98
4	Finom homokos vályog...	2.8	59.8	30.2	6.9	10.3	9.7	+0.7	0.94
12	Vályog ...	3.4	55.5	21.8	19.1	9.5	10.3	—0.8	1.08
A	Homokos vályog...	32.4	28.8	26.7	11.8	9.9	9.9	0.0	1.00
B	Finom homokos vályog...	15.8	42.4	28.7	12.9	10.7	10.8	—0.1	1.01
C	Finom homokos vályog...	19.2	35.6	30.6	14.7	11.4	11.6	—0.2	1.02
5	Vályog ...	2.0	48.8	37.7	12.3	13.5	13.9	—0.4	1.03
D	Vályog ...	3.6	35.2	41.4	14.4	14.6	15.2	—0.6	1.04
14	Agyag ...	5.1	27.0	35.2	32.5	14.5	16.2	—1.7	1.12
E	Agyag ...	3.2	43.7	45.1	17.1	16.0	16.5	—0.5	1.03
6	Agyag ...	4.4	20.5	52.6	22.0	16.6	16.3	+0.3	0.98

Briggs és McLane ennek a változó értéknek a kiküszöbölése céljából olyan eljárást dolgozott ki, mely független az esetlegességektől s így mindig ugyanakkora értékhez vezet.¹ Ők ugyanis a túlnedves talajt erős centrifugálásnak vetik alá. A centrifugában a talajt szűrőszóvettel ellátott fémhengerekbe helyezik és így kb. 5000 fordulatszámú sebességgel eléri, hogy a centrifugális erő és a talaj vízkapacitása között bizonyos egyensúlyi állapot áll elő, melynek nedvességtartalma a talajokra jellemző. Ezt a talaj nedvességegyenértékének («Moisture equivalent») nevezték el. Körülbelül 100 különböző talajt vizsgáltak meg és 3·6—46·5% közt változott az érték. Azt is tapasztalták, hogy a talaj finomabb szemcséinek mennyiségével függ össze ez az értékszám, mert bizonyos valószínű számítások alapján kiszámították a 0·05—0·005 (C), ill. az ennél finomabb (D), továbbá a szerves anyagnak (E) megfelelő együtthatókat és az ezekkel kiszámított értékek közelítőleg megegyeztek a talált nedvességi egyenértékekkel. Következő egyenlet értelmében :

$$0\cdot13C + 0\cdot62 (D + E) = M + 3.$$

Ugyancsak összefügg ez a hervedási együtthatóval következő egyenlet értelmében :

$$\frac{M \text{ (vízegyenérték)}}{1\cdot84 + 0\cdot013} = \text{herv. együttható.}$$

Megjegyzendő, hogy pl. a Békéscsaba mellett fekvő öntözött réten a növényzet már kisült, ha a talaj nedvességtartalma 11·5—15% volt, jeléül annak, hogy ez a mennyiség a kérdéses talajban már a növény gyökereinek nem áll rendelkezésére. Ez gyakorlatilag igen lényeges a talaj vízgazdálkodása szempontjából. Mert sokszor

¹ Dr. Briggs L. J. és McLane I. W.: The moisture equivalents of soils. U. S. Dep. Agric. Bur. of Soils, Bull. No 45. (1907.)

XXVI. TÁBLÁZAT.

Norfolki és portsmouthi talajok nedvességének megfigyelt és számított egyenértékszámai.

Minta sorszám	C (0.05—0.005)	D (0.005—0.0)	E szerves- anyag	Nedvesség-egyenértékszám		
				számítva	észlelve	maradék
9107	7	5	0.9	3.7	4.6	—0.9
8522	7	6	1.0	4.4	3.6	+0.8
8589	8	3	0.8	2.5	3.8	—1.3
5665	19	5	0.7	4.1	6.5	—2.4
8706	18	8	1.3	6.2	6.8	—0.6
8682	42	10	1.9	8.7	7.7	+1.0
5493	68	12	1.2	10.6	11.1	—0.5
8530	7	11	3.0	8.3	7.1	+1.2
10666	24	13	1.0	9.2	11.8	—2.6
8022	44	17	2.7	13.3	10.6	+2.7
8537	24	19	10.9	18.0	18.6	—0.6

hallani, hogy a kötött talajok mennyivel több nedvességet tartanak vissza, mint a homoktalajok. Ez igaz, de ebből még nem tudjuk meg, hogy a visszatartott vízből mennyi az aktív, vagyis az a nedvesség, melyet a gyökök a talajból tényleg fölvehetnek. Ha azonban a talaj vízkapacitásából levonjuk azt a vízmennyiséget, mely az illető talaj hervadási együtthatójának felel meg, akkor megkapjuk azt a maximális aktív nedvességet, melyet a talaj tartósabban visszatarthat. Minthogy azonban a vízkapacitás értéke a talaj mindenkor szerkezetéhez képest változó érték, a hervadási együttható kísérleti meghatározása pedig elég körülményes, megközelítő értékeket és abszolút állandókat kapunk, ha meghatározzuk a higroszkoposságot vagy a talaj vízegyenértékét; ebből a hervadási együttható, sőt a víz befogadóképeség is kiszámítható; ez utóbbiból kivonjuk az előbbi. A hervadási együttható és vízkapacitás között lévő

különbség mintegy abszolút mértéke a felvehető aktív nedvességnek a talajban. Minél nagyobb ez az érték, annál több aktív nedvességet tud a talaj a mindenkori csapadékból visszatartani. *Briggs* és *Shantz* a maximális felvehető nedvesség kiszámítására a következő egyenleteket állították fel:

$$\begin{aligned} \text{max. felvehető víz} &= (\text{herv. együtth.} \times 1.9) + 21 \\ \text{" " " } &= \text{vízegyérték} + 21 \\ \text{" " " } &= (\text{higroszk.} \times 2.8) + 21 \\ \text{" " " } &= (0.02 \text{ homok} + 0.23 \text{ iszap} + \\ &\quad 1.08 \text{ agyag}) + 21 \\ \text{" " " } &= (\text{vízkap.} \times 0.65) + 7. \end{aligned}$$

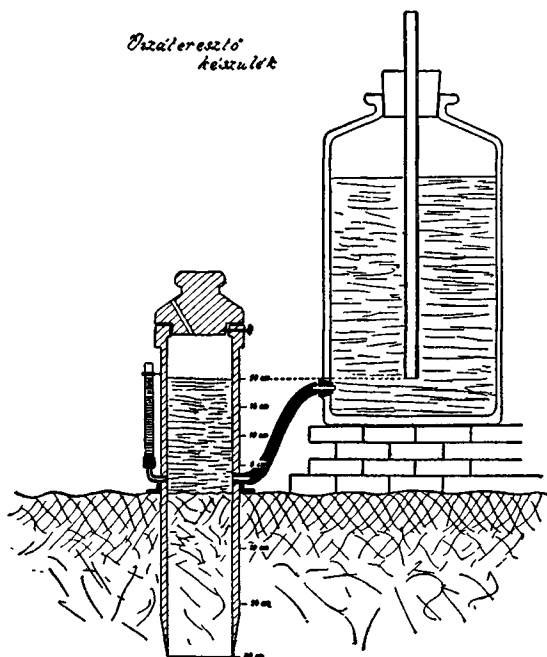
Ezek bármelyikével a diszponibilis maximális nedvesség kiszámítható.

e) A talaj vízáteresztő képessége és kapillaritása.

Eddig a talajok állandó jellegű sajátságait ismertük meg. A talaj vízetáteresztőképessége és kapillaritása ugyan szintén függnek a talaj sajátos természetétől, de épúgy, miként már említettem a talaj vízvisszatartó képességéről, ezek a sajátságok is nagy mértékben változnak a talaj szerkezeti állapotával. Hiszen az előzőekben már láttuk, hogy a laza szerkezetű talaj áteresztőképessége nagy, kapillaritása kicsiny; a tömődött szerkezetű talaj esetében a megfordított áll fenn. Ezért legcélszerűbb az ilyen változó természetű fizikai sajátságokat a helyszínén, vagy legalább is az eredeti talajszerkezetben végrehajtani. Ezt célozza az a szerkezet, melyet a 11. ábrán vázolt rajz feltüntet és amelyet eredetileg a szikesek átteresztőképességének tanulmányozására szerkesztettem.

A kapillaritásnak a helyszínen való meghatározására ezidőszereint nem ismerünk alkalmas eljárást. A laboratóriumi eljárás elég egyszerű és összehasonlítható ered-

ményeket ad. Minél magasabbra szívja fel a vizet a csövekbe elhelyezett talaj, annál nagyobb a hajcsövessége, vagyis kapillaritása. Ennek gyakorlatilag az a jelentősége, hogy annál mélyebb rétegekből képes a nedvességet



II. ábra.

pótolni. Az volt a régi nézet, hogy minél kötöttebb a talaj, annál erősebb a hajcsövessége. *Atterberg* kísérleteiből kitűnik, hogy a finom homok (0.2—0.02 mm átm.) hajcsövessége a legnagyobb, már az iszapé nagyon gyenge, az agyag pedig, mely a talaj kötőanyaga, hajcsövességet nem árul el. Az iszap és agyag tehát a hajcsövességnek

inkább gátló, mint előmozdító tényezői. Ezt tényleg tapasztaljuk az igen kötött sziktalajok esetében. Ezeknek vízetáteresztő képessége igen rossz és kapillaritása is gyenge. Kétségtelen, hogy a vályogtalajok kapillaritása a legnagyobb szokott lenni, de nem azért, mert iszap és agyag van bennük, de mert sok a finom homok és az iszap és agyag mértéke nem túl nagy. Ilyenek pl. az alföldi lösztalajok. Ámde éppen a mi alföldi homokjaink közt találunk olyanokat, melyek a szárazságot jól bírják. Ez kétségkívül a finom homoktartalmukkal összefüggő jelenség.

f) A talajporosítása (porusvolumen) és levegőkapacitása.

Ez is két olyan változó sajátosság, mely gyakorlatilag igen lényeges, de a talaj mindenkori szerkezetéhez képest változik. *Kopecký* érdeme, hogy ezeknek gyakorlati jelentőségét, különösen a vizenyős talajok víztelenítése érdekében kidomborította és gyakorlatilag alkalmazta is.¹

Ha meghatározzuk a talaj valódi fajsúlyát és térfogatsúlyát, a két érték sohasem egyezik meg, miként ez a tömör, szilárd testek esetében összeesik. Még pedig a térfogategység súlya mindig kisebb, mint a valódi fajsúly. Ennek oka, hogy a talaj nem tömör, szilárd test, hanem tele van likacsokkal. Egy liter térfogatú talajban tehát a talaj csak bizonyos hányadát tölti ki a liternek, a többi levegő vagy nedvesség foglalja el. Ha tehát a talaj fajsúlyából kivonjuk a talaj térfogatsúlyát és a különbséget, az egész térfogat százalékában fejezzük ki, akkor megkapjuk az ú. n. porus-térfogatot, ami a talaj likacsosságának vagy porozitásának mértéke. Minél nagyobb ez az érték, annál több víz, illetve levegő fér el

¹ *Kopecký József*: Die physikalischen Eigenschaften des Bodens. Prag. 1904.

a talajban. Minthogy pedig a víz a talajtól a levegőt többé-kevésbé kiszorítja, minél több nedvességet tud tehát a talaj visszatartani, annál kevesebb levegő fér el benne vízzel telített állapotában. Ennek akkor van jelentősége, ha nem tudjuk, mi az oka, hogy a talaj túlságosan vizenyős. Az ok lehet ugyanis az, hogy a talaj víztartóképessége oly nagy, hogy ha a talaj átázik, igen kevés levegő marad benne. Ezt a minimális levegőtérfogatot a talaj minimális levegőkapacitásának nevezzük. *Kopeczky* megállapította, hogy a gazdasági növényeknek legalább 8—10% levegőkapacításra van szükségük. A réti növényzet kevesebbel is beéri. Ahol tehát a talaj levegőkapacitása igen csekély, ott a vizenyősséget alagsövezéssel még nem üzhetjük el, hanem a talaj levegőkapacitását a talaj szerkezetének megváltoztatásával (talajművelés, meszezés stb.) növelnünk kell.

Ha ellenkezőleg a levegőkapacitás elég nagy, akkor a vizenyősség az altalajvíz szintjének túl magas voltából ered és ilyen esetekben az alagsövezés indokolt és az egyedüli mód a talaj megjavítására.

Mindezekkel a sajátságokkal a talaj vízgazdálkodását és víztartalmát befolyásolhatjuk, ha ismerjük adott esetben a talaj megfelelő értékeit és a megfelelő javítási módokat céltudatosan alkalmazzuk. Ha azonban vakon, taláalomra kísérletezünk, sokszor drága leckepénzen tanuljuk meg a talajvizsgálat hasznos voltát megbecsülni.

2. A talajlélekzelés jelentősége a növényeknek széndioxiddal való táplálása szempontjából.

Már régebben megállapítást nyert, hogy ha a levegőben mesterségesen szaporítjuk a széndioxid koncentrációt, akkor ezzel növekszik a széndioxid asszimiláció és *Bornemann* kísérleteiből az is kitűnt, hogy ilyen ú. n. széndioxidtrágyázással a mezőgazdasági növények termése is

növelhető. Lemmermann és még más növénytermelési szakemberek azonban azt tapasztalták, hogy hiába szaporították a széndioxid képződését a talajban, érdemleges termésszaporulat nem következett be. Minthogy a széndioxiddal való trágyázásnak egyre akadnak komoly szóvivői és különösen a szerves trágyák különleges hatását azzal igyekeznek magyarázni, hogy a talajban képviselő széndioxidtöbblet növeli a termést, újabban Hasse és Kirchmayer¹ kísérleteket végeztek ebben az irányban és Lundegard, Reinau és Bornemann kísérleteit is kritikai bírálat alá vették. Végeredményként megállapítják, hogy *a talajlélegzése következtében még erős istállótrágya esetén is a széndioxid koncentráció növekedése oly lényegtelen, hogy ez a termések növekedését nem idézheti elő. A Bornemann által elért termésnövekedések pedig olyan tekintélyes szénsavtermelést igényelnek, hogy ezek a szántóföldi termelés esetén nem lehetnek jövedelmezők.* Megjegyzem azonban, hogy Reinau eljárását a kertészetben sikerrel alkalmazzák.

Mindezekből ma gyakorlatilag az a tanulság, hogy noha bebizonyosodott, hogy a levegőnek széndioxidkoncentrációját növelve a termések növelhetők, de ezidőszert még kérdéses, hogy megtalálták-e annak gyakorlati lehetőségét, hogy ezt a széndioxidkoncentrációt olyan olcsón növelhessük, hogy a terméstöbblet szántóföldi növények esetében a többletkiadást megtérítse. Következésképpen *a széndioxiddal való trágyázás gyakorlatilag még meg nem oldott feladat, a talajnak lélegzése pedig még erős szerves trágyázás esetében is kérdés, hogy oly jelentéktelen növelheti-e a talaj közelében a CO₂ koncentrációt, hogy ebből gyakorlati eredmény várható legyen.*

¹ Hasse P. és Kirchmeyer F.: Die Bedeutung der Bodenatmung für die CO₂-Ernährung der Pflanzen. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde Teil A. 10. Jahrgang. Heft 5—6. 257—298. 1.

TARTALOMJEGYZÉK.

	Oldal
Mit termelnek gazdasági növényeink?	4

I. RÉSZ.

<i>A gazdasági növények mint a termelés tényezői...</i> ...	14
1. A gazdasági növények általános táplálkozási törvényei	15
2. A gazdasági növények sajátos táplálkozási törvényei és trágyaszüksége	30

II. RÉSZ.

<i>A talaj mint termelési tényező</i>	36
1. A talaj eredete és egyes fontosabb talajtípus leírása	39
<i>A) Mezőségi talajok</i>	45
<i>B) Erdőtalanok</i>	49
<i>C) Szikes talajok</i>	52
2. A talajvizsgálat és gyakorlati alkalmazása ...	60
<i>A) A talajreakció és ennek gyakorlati jelentősége</i>	62
1. A pH. értékből vonható következtetések...	74
2. A talaj mészsükségletének felismerése és megállapítása	80
3. A műtrágyák megválasztása a talajreakció mérlegelése alapján	81
4. A talaj reakcióviszonyai és a talaj fizikai viselkedése	82
<i>B) A szikes talaj vizsgálata és a javítás módjának meghatározása</i>	83
<i>C) A talaj trágyaszükségletének felismerése és meghatározása...</i>	87

III. RÉSZ.

<i>A különböző trágyafélék mint a növénytermelés tényezői</i>	100
1. A trágyák összetétele és hatótényezői	108

A) Foszforsavtrágyák	108
B) Nitrogéntrágyák	114
C) Kaliumtrágyák... ..	124
D) Mesterséges trágyakeverékek	125
E) Istállótrágya (fekál, komposzt)	131
F) Zöldtrágya	138
G) Mésztrágyák	140
H) Talajoltószerek	147
2. A különféle trágyák hatásának mértéke és ennek meghatározása	151

IV. RÉSZ.

<i>A levegő mint termelési tényező</i>	165
1. A talaj víztartalmát szabályozó fizikai sajátságok	168
a) A talaj mechanikai összetétele	171
b) A talaj kötöttsége	172
c) A talaj képlékenysége... ..	173
d) A talaj higroszkopossága, vízegyenértéke és hervadási együtthatója	175
e) A talaj vízáteresztőképessége és kapillaritása	181
f) A talaj porozitása és levegő kapacitása	183
2. A talajlélegzés jelentősége a növényeknek széndioxiddal való táplálása szempontjából	184

SZENT ISTVÁN KÖNYVEK

Katholikus kultúrát fejleszteni, katolikus tudományt terjeszteni és népszerűsíteni, ez a hivatása a *Szent István-Társulatnak*, ez a hivatása a kiadásában megjelenő *Szent István Könyveknek*.

A *Szent István Könyvek* sorozata az emberi tudás minden ágát fel akarja karolni. A *Szent István Könyvek* a tudomány mai színvonalán mozognak. Oly stílusban jelentetjük meg, amely alkalmassá teszi őket arra, hogy minden művelt egyén érdeklődéssel olvashassa. Viszont súlyt helyezünk arra, hogy a *Szent István Könyvek* mindegyike a katolikus világnézetnek legyen beszédes hirdetője.

Ily módon, reméljük, elérjük azt a célt is, mely e könyvek kiadásánál szemünk előtt lebegett: az olvasni vágyó katolikus közönségnek oly műveket nyújtani, amelyek kielégítik igényeiket anélkül, hogy veszélyeztetnék hitüket, sőt amelyek alkalmasak arra, hogy a tudás és műveltség eszközeivel is megerősítsék őket vallásos meggyőződésükben és világnézetükben.

Természetesen e program megvalósítása nagyban függ attól, hogy a kath. közönség felkarolja-e, támogatja-e nagylelkűen e vállalatot. A *Szent István-Társulat* igen nagy anyagi áldozatokat hoz, amikor fenntartja és továbbfejleszti a *Szent István Könyvek* sorozatát, a nagy közönségtől függ, hogy a könyvek eljussanak oda, ahová szánva vannak.

A *Szent István Könyvek* sorozatában eddig megjelentek :

	Pengő
1. Zubriczky Aladár dr.: Jézus élete és a vallástörténet	—
2. Wolkenberg Alajos dr.: A teozófia és antropozófia ismertetése és bírálata	—
3—4. Wolkenberg Alajos dr.: Az okkultizmus és spiritizmus multja és jelene	5-60
5—6. Balanyi György dr.: A szerzetesség története	5-60
7—8. Alszevny Zsolt dr.: A XIX. század magyar irodalma	—
9. Miskolczy István dr.: Magyarország az Anjouk korában	2-80
10. Palau-Timkó Jordán: Krisztus útján. A katolikus tevékenység főelvei	2-80
11. Quadrapant-Babura László dr.: Útmutatás jámbor lelkerek számára	2-80
12. Prohászka Ottokár: Elbeszélések és utirajzok (Elfogyott.)	—
13. Trikal József dr.: Természetbölcsélet	2-80
14. Bognár Cecil dr.: Értékelmélet	2-80
15. Prohászka Ottokár: A bűnbocsánat szentsége	2-80
16. Babura László dr.: Szent Ágoston élete	2-80
17. Lepold Antal dr.: Szalézi szent Ferenc válogatott levelei (Elfogyott.)	—
18. Áldásy Antal dr.: A kereszteshadjáratok története	—
19. Marosi Arnold dr.: Atöröklés és nemzetvédelem	2-80
20. Zoltány Irén dr.: Erotika és irodalom	2-80
21. Horváth Sándor dr.: Aquinói szent Tamás világnézete	2-80
22. Balogh Albin dr.: Művelődés Magyarország földjén a magyar honfoglalás előtt	2-80
23. Marcell Mihály dr.: A katolikus nevelés szelleme	—

	Pengő
24—25. Motz Atanáz dr.: A német irodalom története ...	5-60
26. Babura László dr.: Szent Ambrus élete... ..	2-80
27. Márki Sándor dr.: II. Rákóczi Ferenc élete	—
28. Kiss Albin dr.: A magyar társadalomtan története ...	2-80
29. Szabó Zoltán dr.: A növények életmódja	2-80
30. Weszelszky Gyula dr.: A rádium és az atomelmélet ...	2-80
31. Balanyi György: Assisi szent Ferenc élete	2-80
32. Dávid Antal: Babel és Assúr. I. Történet	3-40
33. Fejér Adorján: Római régiségek... ..	4-50
34. Balogh József: Szent Ágoston, a levéllíró	3-40
35. Babura László dr.: Szent Jeromos élete	3-40
36. Karácsonyi János dr.: Szent László király élete... ..	3-40
37. Miskolczy István dr.: A középkori kereskedelem története	4-50
38. Szémán István dr.: Az újabb orosz irodalom	4-50
39. Bán Aladár: A finn nemzeti irodalom története ...	3-40
40. Trikál József dr.: A gondolkodás művészete	4-50
41. Kühár Flóris dr.: Bevezetés a vallás lélektanába ...	4-50
42. Babura László dr.: Nagy szent Gergely élete	4—
43—44. Kühár Flóris dr.: A keresztény bölcsélet története	8—
45. Weszely Ödön dr.: Korszerű nevelési problémák... ..	5-60
46. Somogyi Antal dr.: Vallás és modern művészet ...	3—
47. Divald Kornél: Magyar művészettörténet	5-60
48—49. Birkás Géza dr.: A francia irodalom története ...	8—
50. Wodetzky József dr.: A világegyetem szerkezete... ..	3-50
51. Záborszky István dr.: Rabindranath Tagore világnézete	3-50
52—53. G. Kurth-Michel K.: A modern civilizáció kezdetei ...	10—
54—55. Dávid Antal: Babel és Assúr. II. Művelődés	7-30
56. Horváth Jenő dr.: A modern Amerika története... ..	3-30
57. Balogh Albin dr.: Ország és nyelv	4-70
58. Meszlényi Antal dr.: A katolikus egyház és az állam	
1848/49-ben	7-30
59—60. Radó Polikárp dr.: A kereszténység szent könyvei. I.	
Öszösvetség	8-30
61. Kecskés Pál dr.: A házasság etikája	4—
62. Huszár Elemér: A katolikus házasságjog rendszere ...	3-30
63. Petró József dr.: Az ősegyház élete	5—
64—65. Radó Polikárp dr.: A kereszténység szent könyvei. II.	
Újszövetség	8-80
66—67. Trikál József dr.: A jelenségekből a valóságba ...	7—
68. Erdey Ferenc dr.: Kant vallás erkölcsi világnézete ...	4—
69—71. Hartmann Grisar: Luther Márton élete (Fordította Hoitsy	
Lajos Pál.)	12—
72. Tóth Ágoston: Bevezetés a meteorológiába	5-80
73—74. Bánhegyi Jób dr.: A magyar irodalom története ...	6-60
75—76. Divald Kornél: A magyar iparművészet története ...	7-50
77. Balanyi György: A római kérdés... ..	6-40
78—79. Bánhegyi Jób dr.: A magyar irodalom története. II.	
Kisfaludy Károlytól napjainkig	7—
80. Püroff Pál dr.: Bevezetés az esztétikába... ..	3—
81. Kühár Flóris dr.: A vallásbölcsélet főkérdései	5—
82—84. Körösi Albin: A spanyol irodalom története	11—
85. Sigmund Elek dr.: A mezőgazdasági növények terme-	
lési tényezői	4—
86—87. Kalmár Gusztáv dr.: Európa földje és népei	8—
88. Kiss Albin dr.: Szent Ágoston «De Civitate Dei» című	
művének méltatása	4—

Újdonságok.

MIHÁLYFI ÁKOS BESZÉDEI

I. kötet : **Egyházi beszédek.** 372 oldal.

II. kötet: Társadalmi beszédek. 360 oldal.

Egy-egy kötet ára 10 pengő.

ERDŐSI KÁROLY:

NAPSÜTÉSES INDIÁBAN

Újabb, bővített (IV.) kiadás; olcsóbb, de elsőrangú kiállításban. Egészvászon díszkötésben 7.— pengő. Fűzve 6.— pengő.

WOLKENBERG ALAJOS dr.:

A KATHOLIKUS VILÁGMISSZIÓ KÖNYVE

716 lap, 14 térkép.

Fűzve 25 pengő.

Megrendelhetők

a Szent István-Társulat kiadóhivatalában

Budapest, VIII., Szentkirályi-utca 28.